

**RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* ANTENA *RADIAL LINE SLOT ARRAY*  
(RLSA) *DUAL BAND DUAL BEAM* MENGGUNAKAN TEKNIK  
PEMOTONGAN  $\frac{1}{2}$  LINGKARAN PADA FREKUENSI  
5,4 GHz DAN 5,8 GHz**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi



Oleh :

**MISBACHUL BADRI**  
**11555102631**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU  
PEKANBARU  
2018**

## LEMBAR PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* ANTENA *RADIAL LINE SLOT ARRAY*  
(RLSA) *DUAL BAND DUAL BEAM* MENGGUNAKAN TEKNIK  
PEMOTONGAN  $\frac{1}{2}$  LINGKARAN PADA FREKUENSI  
5,4 GHz DAN 5,8 GHz

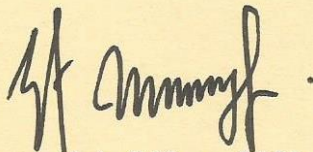
### TUGAS AKHIR

Oleh :

**MISBACHUL BADRI**  
11555102631

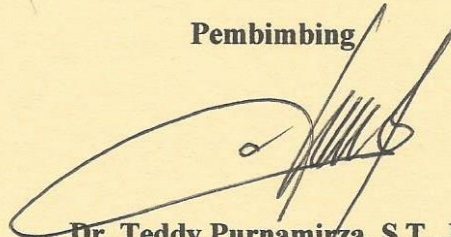
Telah diperiksa dan disetujui sebagai Laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro,  
di Pekanbaru, pada tanggal 2 Oktober 2019

Ketua Program Studi



**Ewi Ismaredah, S.Kom., M.Kom.**  
NIP. 19750922 200912 2 002

Pembimbing



**Dr. Teddy Purnamirza, S.T., M.Eng.**  
NIP. 19741030 200701 1 011



## LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* ANTENA *RADIAL LINE SLOT ARRAY*  
(RLSA) *DUAL BAND DUAL BEAM* MENGGUNAKAN TEKNIK  
PEMOTONGAN  $\frac{1}{2}$  LINGKARAN PADA FREKUENSI  
5,4 GHZ DAN 5,8 GHZ

### TUGAS AKHIR

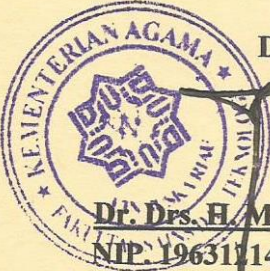

Oleh:

**MISBACHUL BADRI**  
**11555102631**

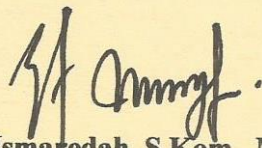
Telah dipertahankan di depan Sidang Dewan Penguji  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik  
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau  
di Pekanbaru, pada tanggal 2 Oktober 2019

Pekanbaru, 2 Oktober 2019

Mengesahkan,

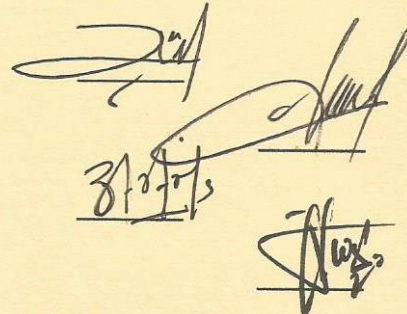
  
Dekan  
  
**Dr. Drs. H. Mas'ud Zein, M.Pd.**  
**NIP. 19631114 198803 1 002**

Ketua Program Studi

  
**Ewi Ismaredah, S.Kom., M.Kom.**  
**NIP. 19750922 200912 2 002**

Dewan Penguji :

Ketua : Aulia Ullah, S.T., M.Eng.  
Sekretaris : Dr. Teddy Purnamirza, S.T., M.Eng.  
Anggota I : Rika Susanti, S.T., M.Eng.  
Anggota II : Mulyono, S.T., M.T.



## **LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL**

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan dengan mengikuti kaidah pengutipan yang berlaku.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

## **LEMBAR PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa didalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh saya maupun orang lain untuk keperluan lain, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak memuat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali disebutkan dalam referensi dan di dalam daftar pustaka.

Saya bersedia menerima sanksi jika pernyataan ini tidak sesuai dengan yang sebenarnya.

Pekanbaru, 18 September 2019

Yang membuat pernyataan,

**Misbachul Badri**  
**NIM. 11555102631**

## LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillah segala puji dan syukur saya ucapkan kepada Allah *subhanahu wata'ala* yang selalu memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga saya masih diberi kesempatan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. *Shalawat* dan salam tak lupa saya doakan untuk Nabi Muhammad *shallallahu 'alaihi wa sallam* yang telah mengajarkan kita sebagai umatnya akan pentingnya menuntut ilmu dan beribadah dalam mencari *ridho* Allah SWT untuk keselamatan dunia dan akhirat.

Saya persembahkan karya ilmiah ini kepada Ayahanda dan Ibunda tercinta yang telah menjadi pelita dan menopang semangat hidup saya atas semua pengorbanan, doa, dan jerih payahnya agar saya dapat mencapai cita-cita. Adapun cita-cita saya kelak dapat membahagiakan Ayahanda dan Ibunda tercinta. Kepada dosen pembimbing saya ucapkan terimakasih telah membimbing, membantu, menasehati, dan memberi saran dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini hingga selesai tepat pada waktunya. Kepada dosen penguji terimakasih juga telah memberikan kritik dan saran yang sifatnya membangun sehingga Tugas Akhir ini mampu diselesaikan sesuai prosedur. Rasa terima kasih juga saya ucapkan kepada Rekan-rekan seperjuangan yang telah menemani saya ketika suka maupun duka, memotivasi dan menginspirasi hingga saya mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini. Semoga Allah SWT membalas kebaikan kalian semua dengan pahala yang berlipat ganda. *Aamiin.*

**RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* ANTENA *RADIAL LINE SLOT ARRAY***  
**(RLSA) *DUAL BAND DUAL BEAM* MENGGUNAKAN TEKNIK**  
**PEMOTONGAN  $\frac{1}{2}$  LINGKARAN PADA FREKUENSI**  
**5,4 GHz DAN 5,8 GHz**

**MISBACHUL BADRI**  
**11555102631**

Tanggal sidang : 2 Oktober 2019

Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau  
Jl. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan merancang antenna RLSA *dual band dual beam* menggunakan teknik pemotongan  $\frac{1}{2}$  lingkaran pada frekuensi 5,4 GHz dan 5,8 GHz. Perancangan antenna menggunakan bahasa pemrograman VBA untuk menggambarkan rancangan antenna kemudian disimulasikan menggunakan *software* CST *Studio Suite*. Pada penelitian ini rancangan antenna dilakukan dengan pembagian *slot band* frekuensi 5,4 GHz dan 5,8 GHz pada bagian *radiating element* dan menambahkan *slot* yang sama ke *background* antenna. Dari beberapa perancangan yang telah disimulasikan didapatkan salah satu model terbaik pada gabungan p0 10 dan 12 dengan masing-masing *beamsquint* 50<sup>0</sup> dan 70<sup>0</sup> dengan nilai koefisien refleksi -19,682 dB pada frekuensi 5,4 GHz, dan -19,32 dB pada frekuensi 5,8 GHz serta pola radiasi yang berlawanan arah. Hasil model rancangan tersebut kemudian dipabrikasikan dan diukur untuk mengetahui kinerja yang sebenarnya. Dari hasil pengukuran kemudian dibandingkan dengan hasil simulasi, dimana pada hasil pengukuran terjadi perubahan yang kurang sesuai dengan hasil simulasi disebabkan ketidakakuratan pada proses pabrikan.

**Kata Kunci** : Antena RLSA, *Bandwidth*, *Beamsquint*, *Dual Band*, *Dual Beam*, Koefisien Refleksi, Pola Radiasi, *Prototype*.

***THE DESIGN BUILD OF RADIAL LINE SLOT ARRAY (RLSA)  
ANTENNA DUAL BAND DUAL BEAM WITH  
½ CIRCLE CUTTING TECHNIQUE AT  
5.4 GHZ AND 5.8 FREQUENCY***

**MISBACHUL BADRI  
11555102631**

*Date of Final Exam : October 2, 2019*

*Department of Electrical Engineering  
Faculty of Science and Technology  
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau  
Soebrantas St. No. 155 Pekanbaru – Indonesia*

**ABSTRACT**

*This study aims to design a dual band dual beam RLSA antenna using ½ circle cutting techniques at frequencies of 5.4 GHz and 5.8 GHz. Designing an antenna using the VBA programming language to describe the antenna design is then simulated using CST Studio Suite software. In this study the antenna design is done by dividing the frequency band slot of 5.4 GHz and 5.8 GHz in the radiating element and adding the same slot in the antenna background. From several designs that have been simulated obtained one of the best models on the combination of p0 10 and 12 with each beamsquint 50° and 70° with a reflection coefficient value of -19.682 dB at a frequency of 5.4 GHz, and -19.32 dB at a frequency of 5.8 GHz and opposite radiation patterns. The results of the design model are then fabricated and measured to determine the actual performance. From the measurement results are then compared with the simulation results, where the measurement results change that is less in accordance with the simulation results due to inaccuracies in the manufacturing process.*

**Keywords :** *Bandwidth, Beamsquint, Dual Band, Dual Beam, Prototype, Radiation Pattern, Reflection Coefficient, RLSA Antenna*



## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

*Alhamdu lillahi rabbil 'alamin* bersyukur pada Allah *subhanahu wata'ala* atas nikmat dan karunia yang telah melimpahkan nikmat, rahmat, rizki, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan judul “Rancang Bangun *Prototype Antena Radial Line Slot Array (RLSA) Dual Band Dual Beam* Menggunakan Teknik Pemotongan  $\frac{1}{2}$  Lingkaran pada Frekuensi 5,4 GHz dan 5,8 GHz”. *Shalawat* beserta salam penulis sampaikan kepada nabi besar Muhammad *shallallahu 'alaihi wa sallam* sebagai suri tauladan bagi seluruh umat yang ada di dunia hingga akhir zaman.

Laporan Tugas Akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program Strata 1 (S1) Program Studi Teknik Elektro dan memperoleh gelar Sarjana Teknik Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah terlibat membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, baik berupa bantuan moril, spiritual, materi, serta pikiran yang tidak akan pernah terlupakan antara lain kepada :

1. Ayah dan Ibu tercinta yang telah memberikan doa, motivasi, dan dukungan serta moril, maupun materil demi keberhasilan penulis dalam meraih cita-cita.
2. Bapak Prof. DR, H. Akhmad Mujahidin, S.Ag., M.Ag selaku rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Bapak Dr. Drs. H. Mas'ud Zein, M.Pd selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
4. Ibu Ewi Ismaredah, S.Kom.,M.Kom selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
5. Bapak Ahmad Faizal, ST, MT selaku Koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi yang telah banyak memberikan penulis saran dalam menyusun jadwal dengan pembimbing maupun penguji sehingga Tugas Akhir ini berjalan dengan lancar.
6. Bapak Dr. Teddy Purnamirza, ST, M.Eng selaku dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dalam menyelesaikan dan menyusun laporan Tugas Akhir.
7. Ibu Rika Susanti, ST, M.Eng selaku dosen Penguji I yang telah banyak memberi masukan berupa kritik dan saran demi kesempurnaan laporan Tugas Akhir ini

8. Bapak Mulyono, ST, MT selaku dosen Penguji II yang telah banyak memberi masukan berupa kritik dan saran demi kesempurnaan laporan Tugas Akhir.
9. Ibu Dian Mursyitah, ST, MT selaku dosen Penasehat Akademik yang mengarahkan dan membimbing penulis dalam menyelesaikan pendidikan Strata 1 (S1) di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
10. Seluruh dosen yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang bermanfaat kepada penulis selama mengikuti perkuliahan pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
11. Teman-teman seperjuangan Program Studi Teknik Elektro khususnya angkatan 2015 terima kasih atas segala motivasi, inspirasi, dan dukungan yang telah diberikan selama ini.
12. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam melaksanakan dan menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun penulis harapkan agar laporan ini tersusun sesuai dengan yang diharapkan. Akhir kata semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan sesuatu yang bermanfaat bagi siapa saja yang membacanya.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Pekanbaru, 2 Oktober 2019

Penulis,

**Misbachul Badri**

## DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL .....	iv
LEMBAR PERNYATAAN.....	v
LEMBAR PENGESAHAN.....	vi
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR TABEL .....	xvi
DAFTAR RUMUS.....	xvii
DAFTAR SIMBOL .....	xviii
DAFTAR SINGKATAN .....	xix
DAFTAR LAMPIRAN .....	xx
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	I-1
1.2. Rumusan Masalah .....	I-3
1.3. Tujuan Penelitian .....	I-3
1.4. Batasan Masalah .....	I-3
1.5. Manfaat Penelitian .....	I-4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Penelitian Terkait .....	II-1
2.2. Karakteristik Antena RLSA .....	II-2
2.2.1. Struktur Antena RLSA .....	II-3
2.2.2. Prinsip Kerja Antena RLSA .....	II-3
2.2.3. Polarisasi Antena RLSA .....	II-4
2.2.4. Penempatan Posisi <i>Slot</i> Antena RLSA .....	II-5
2.2.5. Pengaturan Pasangan <i>Slot</i> Antena RLSA .....	II-6
2.2.6. Panjang <i>Slot</i> Antena RLSA .....	II-8

2.3. Refleksi Sinyal pada Antena RLSA.....	II-8
2.3.1. Refleksi Sinyal disebabkan Sisa Daya.....	II-9
2.3.2. Refleksi Sinyal disebabkan <i>Slot</i> Antena.....	II-9
2.4. Parameter Antena RLSA.....	II-10
2.4.1. <i>Gain</i> .....	II-10
2.4.2. <i>Bandwidth</i> .....	II-10
2.4.3. Koefisien Refleksi .....	II-11
2.4.4. Pola Radiasi .....	II-11
2.4.5. <i>Beamwidth</i> .....	II-12
2.4.6. Direktivitas .....	II-13
2.4.7. Efisiensi Antena.....	II-13
2.4.8. Polarisasi.....	II-13
2.5. Teknik <i>Hybrid</i> pada Antena RLSA.....	II-14
2.5.1. Teknik <i>Extream Beamsquint</i> .....	II-14
2.5.2. Teknik Pemotongan .....	II-15
2.6. Antena <i>Multibeam</i> .....	II-15
2.7. Antena <i>Multiband</i> .....	II-16

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1. Tahapan Penelitian .....	III-1
3.2. Studi Pustaka.....	III-2
3.3. Penentuan Parameter <i>Input</i> Antena RLSA <i>Dual Band Dual Beam</i> $\frac{1}{2}$ Lingkaran .....	III-4
3.4. Merancang Model Antena RLSA <i>Dual Band Dual Beam</i> $\frac{1}{2}$ Lingkaran.....	III-4
3.4.1. CST <i>Studio Suite</i> .....	III-5
3.4.2. Merancang Antena pada Masing-Masing Frekuensi .....	III-5
3.4.3. Teknik Pemotongan $\frac{1}{2}$ Lingkaran .....	III-6
3.4.4. Pengaturan Posisi Slot Antena <i>Dual Band</i> .....	III-7
3.4.5. Pengaturan Posisi Slot Antena <i>Dual Beam</i> .....	III-8
3.5. Mensimulasikan Rancangan Model Antena RLSA <i>Dual Band Dual</i> <i>Dual Beam</i> $\frac{1}{2}$ Lingkaran .....	III-4
3.6. Pemilihan Model Antena RLSA yang Akan Dipabrikasi .....	III-9
3.7. Pabrikasi Prototype Antena RLSA <i>Dual Band Dual Beam</i> .....	III-9
3.8. Pengukuran Prototype Antena RLSA <i>Dual Band Dual Beam</i> .....	III-9

3.9. Analisa Hasil Pengukuran dan Simulasi .....	III-10
--	--------

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1. Hasil Rancang dan Simulasi Antena RLSA <i>Dual Band Dual Dual Beam</i> ..	IV-1
4.1.1. Berdasarkan Parameter <i>Input</i> p0 10.....	IV-2
4.1.2. Berdasarkan Parameter <i>Input</i> p0 12.....	IV-2
4.1.3. Hasil Berdasarkan Gabungan Parameter <i>Input</i> p0 10 dan 12. ....	IV-3
4.2. Hasil Pabrikasi <i>Prototype</i> Antena RLSA <i>Dual Band Dual Beam</i> ½	
Lingkaran .....	IV-6
4.3. Hasil Pengukuran <i>prototype</i> Antena RLSA <i>Dual Band Dual Beam</i> ½	
Lingkaran .....	IV-7
4.3.1. Hasil Pengukuran Koefisien Refleksi dan Bandwidth.....	IV-7
4.3.2. Hasil Pengukuran Pola Radiasi.....	IV-9

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1. Kesimpulan. ....	V-1
5.2. Saran.....	V-1

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Struktur Antena RLSA (a) dan <i>Feeder</i> (b) .....	II-3
2.2. Prinsip Kerja Antena RLSA.....	II-4
2.3. Pembentukan polarisasi antena RLSA .....	II-4
2.4. Penempatan Posisi <i>Slot</i> Antena .....	II-5
2.5. Pengaturan Geometri <i>Unit Radiator</i> .....	II-6
2.6. Parameter <i>slot</i> antena RLSA.....	II-7
2.7. Refleksi Sinyal Karena Sisa Daya .....	II-9
2.8. Refleksi Sinyal disebabkan <i>Slot</i> Antena.....	II-9
2.9. Pola Radiasi Antena (a) 3D (b) Polar .....	II-11
2.10. Bagian pada <i>Beamwidth</i> Antena.....	II-12
2.11. Antena RLSA (a) <i>Normal Beamsquint</i> (b) <i>Extream Beamsquint</i> .....	II-14
2.12. Teknik Pemotongan (a) $\frac{1}{2}$ Lingkaran (b) $\frac{1}{4}$ Lingkaran.....	II-15
2.13. Pola Radiasi Antena <i>Multibeam</i> .....	II-16
2.14. Koefisien Refleksi Antena <i>Multiband</i> .....	II-16
3.13. Alur Tahapan Penelitian .....	III-1
3.2. Bentuk Tampilan Bahasa Pemrograman VBA Berdasarkan Parameter <i>Input</i> .....	III-4
3.3. Alur Tahapan Perancangan Antena RLSA <i>Dual Band Dual Beam</i> .....	III-4
3.4. Perancangan Antena RLSA (a) Frekuensi 5,4 GHz (b) Frekuensi 5,8 GHz .....	III-6
3.5. Pemotongan $\frac{1}{2}$ Lingkaran (a) Frekuensi 5,4 GHz (b) Frekuensi 5,8 GHz.....	III-6
3.6. Pengaturan dan Penghapusan <i>Slot</i> (a) Frekuensi 5,4 GHz (b) Frekuensi 5,8 GHz .	III-7
3.7. Penggabungan <i>Slot</i> Antena Frekuensi 5,4 GHz dan Frekuensi 5,8 GHz .....	III-7
3.8. Pengaturan Posisi <i>Slot</i> Antena <i>Dual Beam</i> (a) Pada <i>Radiating Element</i> dan (b) pada <i>Background</i> .....	III-8
4.1. Rancangan Antena RLSA <i>Dual Band Dual Beam</i> (a) <i>Radiating Element</i> (b) <i>Background</i> .....	IV-1
4.2. Hasil Koefisien Refleksi dan <i>Bandwidth</i> Berdasarkan Parameter <i>input</i> p0 10 .....	IV-2
4.3. Hasil Koefisien Refleksi dan <i>Bandwidth</i> Berdasarkan Parameter <i>input</i> p0 12 .....	IV-2
4.4. Rancangan Antena RLSA dengan Menghapus Beberapa Pasang <i>Slot</i> (a) <i>Radiating Element</i> (b) <i>Background</i> .....	IV-3
4.5. Hasil Koefisien Refleksi Berdasarkan Gabungan Parameter <i>Input</i> p0 10	

dan p0 12 .....	IV-4
4.6 Hasil Simulasi Antena RLSA yang akan dipabrikasi .....	IV-4
4.7. Pola Radiasi Antena RLSA <i>Dual Band Dual Beam</i> ½ Lingkaran pada Frekuensi 5,4 GHz (a) 3D (b) Polar .....	IV-5
4.8. Pola Radiasi Antena RLSA <i>Dual Band Dual Beam</i> ½ Lingkaran pada Frekuensi 5,8 GHz (a) 3D (b) Polar .....	IV-6
4.9. Hasil Pabrikasi <i>Prototype</i> Antena RLSA <i>Dual Band Dual Beam</i> ½ Lingkaran (a) <i>Radiating Element</i> (b) <i>Cavity</i> (c) <i>Background</i> (d) <i>Feeder</i> .....	IV-6
4.10. Hasil Pengukuran Menggunakan <i>Network Analyzer</i> .....	IV-7
4.11. Perbandingan Koefisien Refleksi Hasil Simulasi dan Hasil Pengukuran.....	IV-8
4.12 Perbandingan Hasil Pola Radiasi Simulasi dan Pengukuran pada (a) Frekuensi 5,4 GHz (b) Frekuensi 5,8 GH .....	IV-9

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
3.1. Parameter Perancangan Antena RLSA <i>Dual Band Dual Beam</i> ½ lingkaran .....	III-3
3.2. Parameter <i>feeder</i> antena RLSA .....	III-4

## DAFTAR RUMUS

Rumus	Halaman
2.1 Penempatan Posisi <i>Slot</i> 1 .....	II-6
2.2 Penempatan Posisi <i>Slot</i> 1 .....	II-6
2.3 Jarak Unit Radiator dari Titik Pusat .....	II-7
2.4 Jarak Unit Radiator dalam Arah Radial .....	II-7
2.5 Jarak Unit Radiator dalam Arah <i>Azimuth</i> .....	II-7
2.6 Jarak Antara <i>Slot</i> 1 dari Titik Pusat .....	II-8
2.7 Jarak Antara <i>Slot</i> 2 dari Titik Pusat .....	II-8
2.8 Panjang <i>Slot</i> .....	II-8
2.9. <i>Gain</i> Antena .....	II-10
2.10 <i>Bandwidth</i> Antena .....	II-10
2.11 Koefisien Refleksi .....	II-11
2.12 Koefisien Refleksi .....	II-11
2.13 Efisiensi Antena .....	II-13
2.14 Efisiensi Antena .....	II-13

## DAFTAR SIMBOL

$\theta_1$	= Sudut kemiringan <i>slot</i> 1
$\theta_2$	= Sudut kemiringan <i>slot</i> 2
$\theta_T$	= Sudut <i>beamsquint</i> pada arah <i>elevasi</i>
$\phi$	= Sudut <i>azimuth</i> dari posisi <i>slot</i> 1 dan <i>slot</i> 2
$\phi_T$	= Sudut <i>beamsquint</i> pada arah <i>azimuth</i>
$n$	= Nomor <i>ring</i> (1, 2, 3, ....)
$\lambda_g$	= Panjang gelombang dalam <i>cavity</i> antena
$q$	= Nomor <i>integer</i> (1, 2, ...) menyatakan <i>ring</i> yang jauh dari titik pusat antena
$p$	= Jumlah unit radiasi pada <i>ring</i> yang terdalam
$\rho$	= Jarak <i>slot</i>
$f_0$	= Frekuensi tengah
$L_{rad}$	= Panjang <i>slot</i> antena
$G$	= <i>Gain</i> antena
$D$	= Direktivitas antena
$\varepsilon_r$	= Efisiensi antenna
$BW$	= <i>Bandwidth</i>
$f_{min}$	= Frekuensi terendah
$f_{max}$	= Frekuensi tertinggi
$\Gamma$	= Koefisien refleksi
$P_{rad}$	= Daya yang diradiasikan
$P_{in}$	= Daya yang dirsalurkan
$\varepsilon_T$	= Efisiensi total
$M_L$	= <i>Loss mismatch</i> impedansi antena



## DAFTAR SINGKATAN

RLSA	= <i>Radial Line Slot Array</i>
LAN	= <i>Local Area Network</i>
WLAN	= <i>Wireless Local Area Network</i>
VSA-RLSA	= <i>Very Small Aperture Radial Line Slot Array</i>
FM 4	= <i>Flame Retardant 4</i>
VBA	= <i>Virtual Basic Application</i>
TEM	= <i>Transmission Electron Microscope</i>
GEM	= Gelombang Elektromagnetik
HPBW	= <i>Half-Power Beamwidth</i>
FNBW	= <i>Final Null Beamwidth</i>
CST	= <i>Computer Simulation Technology</i>
UTeM	= Universiti Teknikal Malaysia

## DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN A : Merancang Model Antena RLSA *Dual Band Dual Beam*
- LAMPIRAN B : Hasil Simulasi Koefisien Refleksi Antena RLSA *Dual Band Dual Beam*
- LAMPIRAN C : Hasil Simulasi Pola Radiasi Antena RLSA *Dual Band Dual Beam*
- LAMPIRAN D : Hasil Pengukuran Koefisien Refleksi *Prototype* Antena RLSA *Dual Band Dual Beam*
- LAMPIRAN E : Hasil Pola Radiasi *Prototype* Antena RLSA *Dual Band Dual Beam*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Di era teknologi saat ini, telah banyak dilakukan pengembangan untuk meningkatkan kinerja pada bidang telekomunikasi. Bidang telekomunikasi berkembang sangat cepat sesuai dengan tuntutan layanan komunikasi. Salah satu tuntutan layanan komunikasi yaitu bisa diakses sesuai dengan kebutuhan *user* yang tidak terlepas dari waktu dan tempat dimana pun berada. Untuk itu kebutuhan yang sangat penting dalam komunikasi ini adalah menggunakan komunikasi nirkabel (*wireless*) [1]. *Wireless* adalah suatu teknologi komunikasi yang sangat efisien karena penggunaan teknologi ini tanpa harus menggunakan kabel pada media transmisinya. Pada penggunaan komunikasi *wireless* yang menjadi komponen intinya yaitu antena [1][2].

Antena adalah perangkat yang menggunakan ruang bebas sebagai media transmisinya, sehingga antena bekerja memancarkan dan menerima gelombang elektromagnetik [2]. Pada sistem kerja antena tersebut dibutuhkan kinerja yang baik serta jarak jangkauan yang jauh, maka untuk kebutuhan kinerja antena tersebut dikembangkan lah antena *Radial Line Slot Array* (RLSA) [3].

Antena RLSA pertama kali dirancang untuk teknologi jarak jauh yang diaplikasikan pada komunikasi satelit [4][5]. Kemudian pengembangan antena RLSA terus dilakukan hingga dikembangkan untuk teknologi *Wireless LAN* (WLAN). Antena RLSA pada teknologi WLAN dirancang pertama kali pada tahun 2002. Antena RLSA ini berhasil dikembangkan untuk WLAN *indoor* [6]. Beberapa tahun berikutnya antena RLSA juga berhasil dikembangkan untuk WLAN *outdoor* pada frekuensi 5,8 GHz, akan tetapi rendahnya kinerja antena ini menjadi kendala jika dilakukan penerapan untuk teknologi WLAN [3].

Antena masih terus dikembangkan untuk meningkatkan kinerja pada teknologi WLAN. Kemudian pada tahun 2013 antena RLSA pada frekuensi 5,8 GHz berhasil dikembangkan menggunakan teknik *Flame Retardant 4* (FR-4) dan teknik *Extream Beamsquint*. Teknik yang digunakan pada antena RLSA menghasilkan kinerja yang baik serta menurunkan koefisien refleksi dari antena RLSA. Tidak hanya itu peneliti juga berhasil mengembangkan bahasa pemrograman *Virtual Basic Application* (VBA) untuk memudahkan dalam perancangan antena RLSA [7].

Perkembangan antenna RLSA kemudian muncul dengan penelitian menggunakan teknik pemotongan. Teknik pemotongan bertujuan untuk memperkecil struktur antenna RLSA dan juga teknik pemotongan memiliki kemampuan untuk memancarkan lebih banyak daya dan mengurangi daya yang tersisa pada parameter antenna sehingga meminimalkan koefisien refleksi. Standar kinerja untuk koefisien refleksi yaitu  $\leq -10$  dB [7]. Kemudian parameter yang juga harus diperhatikan yaitu *bandwidth* dengan standar kinerja  $> 20$  MHz [8]. Pada tahun 2016 penelitian antenna RLSA pada frekuensi 5,8 GHz berhasil dirancang dengan teknik pemotongan  $\frac{1}{2}$  lingkaran. Antena RLSA menggunakan teknik pemotongan  $\frac{1}{2}$  lingkaran menghasilkan kinerja yang baik yaitu memiliki parameter koefisien refleksi -11,33 dB serta *bandwidth* 1020 MHz [9]. Kemudian antenna juga berhasil dirancang dengan teknik pemotongan  $\frac{1}{3}$  lingkaran, memiliki parameter koefisien refleksi -12 dB serta *bandwidth* 282 MHz [10]. Tidak hanya itu antenna RLSA juga berhasil dirancang dengan teknik pemotongan  $\frac{1}{4}$  lingkaran memiliki parameter koefisien refleksi -17,93 dB serta *bandwidth* 1119 MHz [11]. Penelitian dengan teknik pemotongan membuktikan bahwa semakin kecil struktur antenna RLSA menghasilkan kinerja yang baik yang sesuai dengan standar kinerja antenna RLSA.

Tidak hanya dengan teknik pemotongan, pengembangan antenna RLSA juga dilakukan dengan teknik *multibeam*. Pada tahun 2017 penelitian antenna RLSA berhasil dirancang pada frekuensi 5,8 GHz dengan teknik *dual beam* dengan pembagian *beam* pada sisi depan (*radiating element*). Antena yang dirancang memiliki kinerja yang baik yaitu menghasilkan parameter koefisien refleksi -18 dB dan *bandwidth* 559 MHz serta menghasilkan dua pancaran sinyal pada frekuensi 5,8 GHz [12]. Kemudian penelitian dengan teknik *dual beam* juga berhasil dirancang dengan memanfaatkan *radiating element* dan sisi belakang (*background*) dari antenna RLSA menghasilkan parameter koefisien refleksi -30,10 dB dan *bandwidth* 888 MHz serta dua pancaran sinyal yang berlawanan arah [13]. Akan tetapi antenna *dual beam* yang telah dirancang masih dalam ukuran lingkaran penuh. Masih ditahun yang sama penelitian antenna RLSA dengan teknik *dual beam* berhasil dirancang dengan menggunakan teknik pemotongan  $\frac{1}{2}$  lingkaran. Antena RLSA ini menghasilkan parameter koefisien refleksi -36 dB serta *bandwidth* 919 MHz. Teknik *dual beam* pada perancangan antenna dengan teknik pemotongan  $\frac{1}{2}$  lingkaran membuktikan bahwa antenna yang dirancang tidak menurunkan kinerja antenna RLSA [14].

Dari hasil pustaka tersebut penulis tertarik melakukan pengembangan antenna RLSA dengan menggunakan teknik *dual band*. Teknik ini bertujuan untuk efisiensi dari

penggunaan sebuah antenna agar bisa bekerja pada frekuensi yang berbeda. Frekuensi yang digunakan pada perancangan antenna RLSA ini adalah 5,4 GHz [15][16] dan 5,8 GHz [7]. Penelitian yang akan dilakukan sebagai perkembangan dari rancangan antenna RLSA sebelumnya yaitu dengan menggunakan teknik *dual beam* dan teknik pemotongan  $\frac{1}{2}$  lingkaran. Oleh karena itu penulis akan melakukan penelitian dengan judul “Rancang Bangun *Prototype Antena Radial Line Slot Array (RLSA) Dual Band Dual Beam* Menggunakan Teknik Pemotongan  $\frac{1}{2}$  Lingkaran pada Frekuensi 5,4 GHz dan 5,8 GHz.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana merancang *prototype antenna Radial Line Slot Array (RLSA) dual band dual beam  $\frac{1}{2}$  lingkaran* pada frekuensi 5,4 GHz dan 5,8 GHz sehingga memiliki kinerja yang baik.

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan pada penelitian yang dilakukan yaitu membuktikan rancangan *prototype antenna RLSA dual band dual beam  $\frac{1}{2}$  lingkaran* pada frekuensi 5,4 GHz dan 5,8 GHz memiliki kinerja yang baik.

### **1.4. Batasan Masalah**

Untuk mencapai hasil yang diharapkan serta menjaga pembahasan agar lebih terarah dan tidak terlalu luas, maka penulis menentukan beberapa batasan masalah yaitu :

1. Perancangan antenna menggunakan aplikasi *CST Studio Suite* dan bahasa pemrograman VBA.
2. Parameter yang dianalisa pada hasil simulasi dan hasil pengukuran yaitu koefisien refleksi, *bandwidth*, dan pola radiasi.



### **1.5. Manfaat Penelitian**

Adapun beberapa manfaat dari penelitian yaitu :

1. Efisiensi dari penggunaan perangkat antenna yaitu agar sebuah antenna RLSA dapat bekerja secara *multiband* (lebih dari 1 *band* frekuensi) dan *multibeam* (menghasilkan lebih dari 1 pancaran sinyal).
2. Efisiensi dari struktur antenna RLSA dengan teknik pemotongan.
3. Dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan pada antenna RLSA.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Penelitian Terkait

Antena *Radial Line Slot Array* (RLSA) pertama kali dirancang pada tahun 1946. Antena RLSA berhasil dirancang untuk komunikasi radio jarak jauh [4]. Di beberapa tahun setelah itu tepatnya pada tahun 1957 Antena RLSA berhasil dengan konsep lingkaran yang memiliki *slot-slot* yang tersusun sehingga berbentuk cincin dengan pola radiasi berbentuk pensil. Kemudian penelitian antena RLSA disempurnakan yang digunakan untuk komunikasi satelit [5].

Tidak hanya itu antena RLSA juga dilakukan pengembangan untuk teknologi *Wireless LAN* (WLAN). Antena RLSA pada teknologi WLAN dirancang pertama kali pada tahun 2002. Antena RLSA berhasil dikembangkan untuk WLAN *indoor* [6]. Beberapa tahun berikutnya antena RLSA juga berhasil dikembangkan untuk WLAN *outdoor* pada frekuensi 5,8 GHz, akan tetapi rendahnya kinerja antena ini menjadi kendala jika dilakukan penerapan untuk teknologi WLAN [3].

Antena masih terus dikembangkan untuk meningkatkan kinerja pada teknologi WLAN. Kemudian pada tahun 2013 antena RLSA pada frekuensi 5,8 GHz berhasil dikembangkan menggunakan teknik *Flame Retardant 4* (FR-4) dan teknik *Extream Beamsquint*. Teknik yang digunakan pada antena RLSA menghasilkan kinerja yang baik serta menurunkan koefisien refleksi dari antena RLSA. Tidak hanya itu peneliti juga berhasil mengembangkan bahasa pemrograman *Vitual Basic Application* (VBA) untuk memudahkan dalam perancangan antena RLSA [7].

Perkembangan antena RLSA kemudian muncul dengan penelitian menggunakan teknik pemotongan. Teknik pemotongan bertujuan untuk memperkecil struktur antena RLSA dan juga teknik pemotongan memiliki kemampuan untuk memancarkan lebih banyak daya dan mengurangi daya yang tersisa pada parameter antena sehingga meminimalkan koefisien refleksi. Standar kinerja untuk koefisien refleksi yaitu  $< -10$  dB [7]. Kemudian parameter yang juga harus diperhatikan yaitu *bandwidth* dengan standar kinerja 20 MHz [8]. Pada tahun 2016 penelitian antena RLSA pada frekuensi 5,8 GHz berhasil dirancang dengan teknik pemotongan  $\frac{1}{2}$  lingkaran. Antena RLSA menggunakan teknik pemotongan  $\frac{1}{2}$  lingkaran menghasilkan kinerja yang baik yaitu memiliki parameter koefisien refleksi -11,33 dB serta *bandwidth* 1020 MHz [9]. Kemudian antena juga

berhasil dirancang dengan teknik pemotongan  $\frac{1}{3}$  lingkaran, memiliki parameter koefisien refleksi -12 dB serta *bandwidth* 282 MHz [10]. Tidak hanya itu antenna RLSA juga berhasil dirancang dengan teknik pemotongan  $\frac{1}{4}$  lingkaran memiliki parameter koefisien refleksi -17,93 dB serta *bandwidth* 1119 MHz [11]. Penelitian dengan teknik pemotongan membuktikan bahwa semakin kecil struktur antenna RLSA menghasilkan kinerja yang baik yang sesuai dengan standar kinerja antenna RLSA. Penelitian dengan teknik pemotongan membuktikan bahwa semakin kecil struktur antenna RLSA menghasilkan kinerja yang baik yang sesuai dengan standar kinerja antenna RLSA [9][10][11].

Tidak hanya dengan teknik pemotongan, pengembangan antenna RLSA juga dilakukan dengan teknik *multibeam*. Pada tahun 2017 penelitian antenna RLSA berhasil dirancang pada frekuensi 5,8 GHz dengan teknik *dual beam* dengan pembagian *beam* pada sisi depan (*radiating element*). Antena yang dirancang memiliki kinerja yang baik yaitu menghasilkan parameter koefisien refleksi -18 dB dan *bandwidth* 559 MHz serta menghasilkan dua pancaran sinyal pada frekuensi 5,8 GHz [12]. Kemudian penelitian dengan teknik *dual beam* juga berhasil dirancang dengan memanfaatkan *radiating element* dan sisi belakang (*background*) dari antenna RLSA menghasilkan parameter koefisien refleksi -30,10 dB dan *bandwidth* 888 MHz serta dua pancaran sinyal yang berlawanan arah [13]. Akan tetapi antenna *dual beam* yang telah dirancang masih dalam ukuran lingkaran penuh. Masih ditahun yang sama penelitian antenna RLSA dengan teknik *dual beam* berhasil dirancang dengan menggunakan teknik pemotongan  $\frac{1}{2}$  lingkaran. Antena RLSA ini menghasilkan parameter koefisien refleksi -36 dB serta *bandwidth* 919 MHz. Teknik *dual beam* pada perancangan antenna dengan teknik pemotongan  $\frac{1}{2}$  lingkaran membuktikan bahwa antenna yang dirancang tidak menurunkan kinerja antenna RLSA [14].

Dari hasil pustaka tersebut penulis tertarik melakukan pengembangan antenna RLSA sebelumnya yaitu rancang antenna menggunakan teknik *dual beam* dan teknik pemotongan  $\frac{1}{2}$  lingkaran. Penulis merancang antenna tersebut dengan menggunakan teknik *dual band*. Teknik *dual band* bertujuan untuk efisiensi dari penggunaan sebuah antenna agar bisa bekerja pada frekuensi yang berbeda. Frekuensi yang digunakan pada perancangan antenna RLSA ini adalah 5,4 GHz [15][16] dan 5,8 GHz [7].

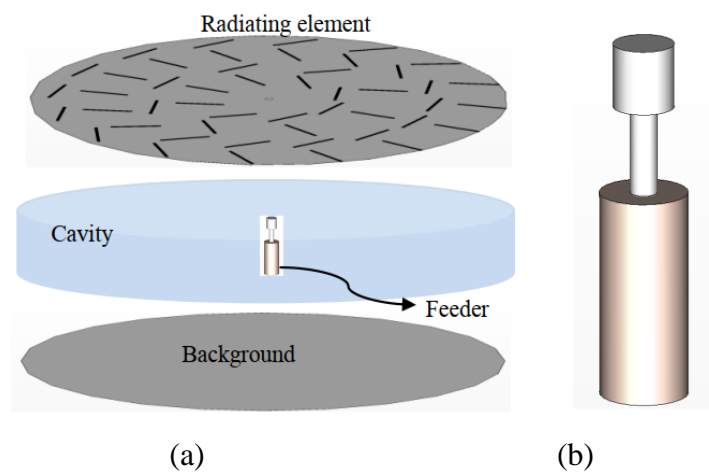
## **2.2. Karakteristik Antena RLSA**

Antena RLSA adalah antenna yang berbentuk piringan bulat yang datar tersusun atas beberapa pasang *slot* secara *array* serta penempatan *feeder* di belakang *dish* antenna [8].

Adapun karakteristik antenna RLSA yang membedakan dengan antenna lainnya adalah sebagai berikut.

### 2.2.1. Struktur Antena RLSA

Antena RLSA terdiri dari empat komponen yaitu elemen pemancar (*radiating element*), rongga (*cavity*), *background*, dan *feeder*. Komponen pertama yaitu *radiating element*, bagian ini berupa kuningan atau logam tembaga berbentuk piringan datar yang memiliki banyak pasang *slot* yang tersusun secara berurutan (*array*). Komponen kedua yaitu *cavity*, bagian ini berbentuk tabung berukuran sama dengan *radiating element*, *cavity* merupakan bahan dielektrik yang berfungsi sebagai *waveguide* yang membawa sinyal dari *feeder* dan menyebarkan sinyal secara *radial* ke seluruh permukaan *radiating element*. Komponen ketiga yaitu *background*, bagian ini terbuat dari logam yang sama dengan *radiating element*, *background* terletak di bagian belakang antenna berbentuk piringan datar tanpa *slot*. Sedangkan untuk komponen keempat yaitu *feeder*, bagian ini berbahan logam aluminium, tembaga atau kuningan yang terletak di tengah antenna. *Feeder* merupakan komponen yang paling penting dari antenna RLSA karena *feeder* berfungsi sebagai pembawa sinyal dari media transmisi ke antenna [7]. Pada Gambar 2.1 merupakan struktur antenna RLSA.

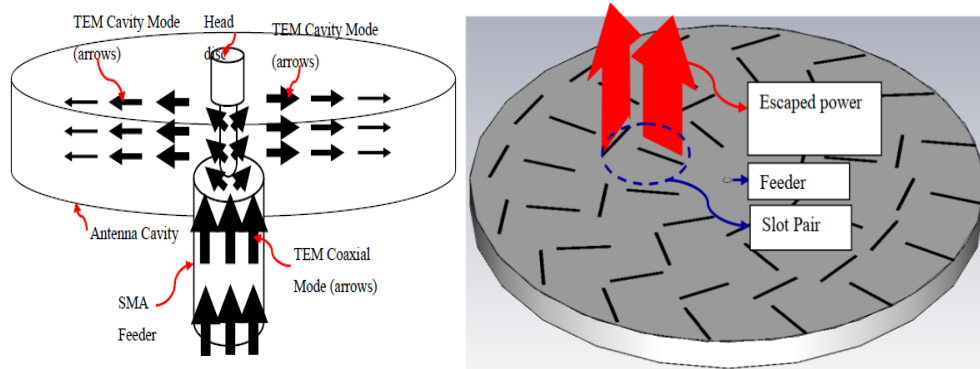


Gambar 2.1. Struktur Antena RLSA (a) dan *Feeder* (b) [7].

### 2.2.2. Prinsip Kerja Antena RLSA

Prinsip kerja antenna RLSA adalah mengirim atau menerima sinyal gelombang elektromagnetik melalui *slot-slot* yang ada pada *radiating element*. Dapat dilihat pada Gambar 2.2 menunjukkan proses sistem informasi (disimbolkan dengan arah panah)

disalurkan melalui *feeder* yang terletak pada bagian *cavity* antenna. Sinyal informasi melalui tahapan *Transmission Electron Microscope* (TEM) *coaxial mode* dan TEM *cavity mode* [7].

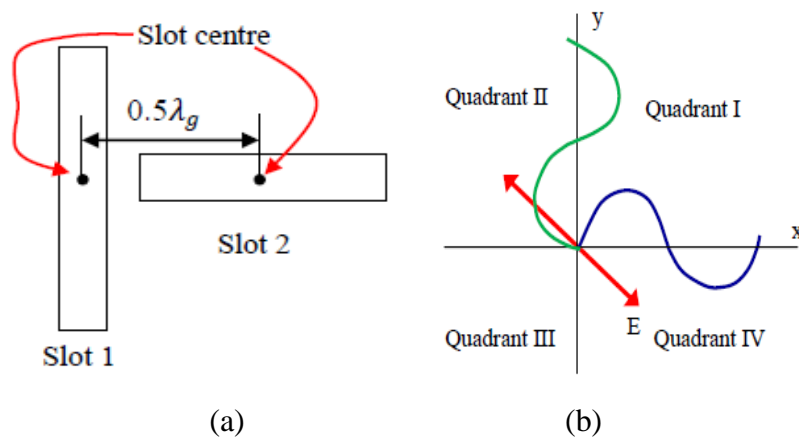


Gambar 2.2. Prinsip Kerja Antena RLSA [7]

Pada Gambar 2.2 jenis komponen *feeder* yang digunakan adalah *Sub Miniature version A* (SMA) yang kemudian diubah dengan menambahkan kepala *disc*. *Feeder* jenis ini berfungsi mengubah sinyal dari TEM *coaxial mode* menjadi TEM *cavity mode*, sehingga sinyal yang disalurkan oleh *feeder* akan merambat dalam TEM *mode* dengan arah radial pada bagian *cavity* yang kemudian dipancarkan melalui *slot-slot* pada *radiating element* menjadi sinyal gelombang elektromagnetik (GEM) [7].

### 2.2.3. Polarisasi Antena RLSA

Polarisasi antena RLSA adalah arah orientasi perambatan medan listrik dari gelombang elektromagnetik yang dihasilkan oleh antena tersebut. *Slot* yang terdapat di *radiating element* memancarkan sinyal dari penggabungan sepasang *slot* [7]. Pada Gambar 2.3 merupakan pembentukan polarisasi antena RLSA.



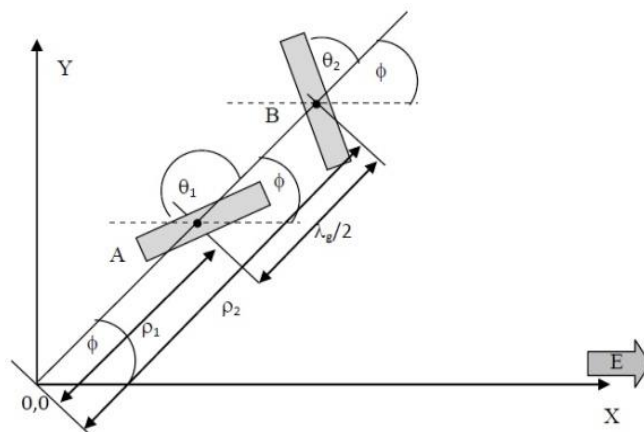
Gambar 2.3. Pembentukan polarisasi antena RLSA [7]

Pada Gambar 2.3 (a) merupakan ilustrasi pasangan *slot*. Adanya perbedaan fasa  $180^\circ$  atau  $\pi$  radian pada sinyal dari *slot* 1 dan sinyal dari *slot* 2 karena *slot* 1 dan *slot* 2 masing-masing memiliki jarak setengah panjang gelombang ( $0,5\lambda_g$ )[7].

Gambar 2.3 (b) sinyal dari *slot* 1 (warna hijau) dan *slot* 2 (warna biru) juga saling tegak lurus dikarenakan orientasi pada Gambar 2.3 (a) *slot* 1 dan *slot* 2. Lalu pada Gambar 2.3 (b) menunjukkan bahwa ketika sinyal *slot* 1 meningkat dalam nilai positif, dan sinyal *slot* 2 menurun dalam nilai negatif, gelombang yang dihasilkan menjadi garis di kuadran II karena posisi mereka saling tegak lurus. Lalu ketika sinyal *slot* 1 menurun ke nol dan sinyal *slot* 2 meningkat ke nol, sinyal yang dihasilkan menjadi garis di kuadran II tetapi dengan panjang yang lebih pendek dibandingkan dengan garis sebelumnya. Ketika sinyal *slot* 1 berkurang dalam nilai negatif dan sinyal *slot* 2 meningkat dalam nilai positif, maka sinyal yang dihasilkan akan menjadi garis di kuadran IV. Ketika sinyal *slot* 1 meningkat menuju nol dan sinyal *slot* 2 menurun ke nol, maka sinyal yang dihasilkan akan menjadi garis di kuadran IV tetapi dengan panjang yang lebih pendek dibandingkan dengan garis sebelumnya. Sinyal yang dihasilkan dari *slot* 1 dan *slot* 2 disebut dengan polarisasi linear karena menghasilkan sinyal yang terlihat seperti garis lurus dengan panjang berubah sebagai fungsi waktu [7].

#### 2.2.4. Penempatan Posisi Slot Antena RLSA

Bagian *radiating element* memiliki banyak pasang *slot* dengan posisi yang berbeda-beda. Pasangan *slot* harus ditempatkan pada posisi yang benar pada permukaan yang memancarkan antena RLSA. Agar sinyal informasi yang akan dikirim ataupun diterima terhindar dari *overlapping* maka pasang *slot* harus diatur [7]. Pada Gambar 2.4 merupakan pengaturan posisi pasang *slot* antena RLSA.



Gambar 2.4. Penempatan Posisi Slot Antena [7]

Gambar 2.4 menunjukkan penempatan posisi pasangan *slot* menggunakan teknik *beamsquint*. Gambar 2.4 juga menunjukkan posisi *slot* A dan *slot* B dengan sudut kemiringan slot  $\theta_1$  dan sudut kemiringan  $\theta_2$  [7]. Untuk penempatan posisi *slot* menggunakan persamaan sebagai berikut [7]:

$$\theta_1 = \frac{\pi}{4} + \frac{1}{2} \left\{ \tan^{-1} \left( \frac{\cos(\theta_T)}{\tan(\phi_T)} \right) - (\phi - \phi_T) \right\} \quad (2.1)$$

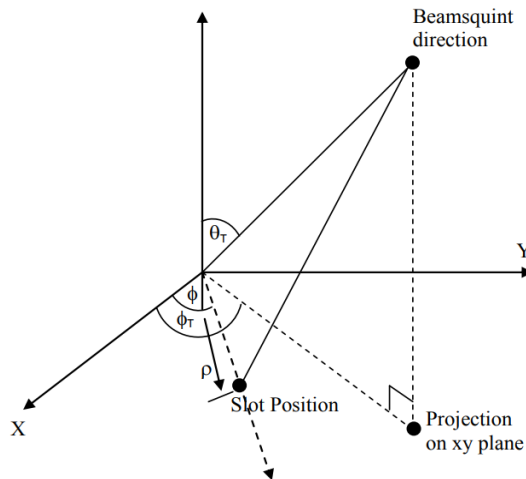
$$\theta_2 = \frac{3\pi}{4} + \frac{1}{2} \left\{ \tan^{-1} \left( \frac{\cos(\theta_T)}{\tan(\phi_T)} \right) - (\phi - \phi_T) \right\} \quad (2.2)$$

Keterangan :

- $\theta_1$  = sudut kemiringan *slot* 1
- $\theta_2$  = sudut kemiringan *slot* 2
- $\theta_T$  = sudut *beamsquint* pada arah *elevasi*
- $\phi$  = sudut *azimuth* dari posisi *slot* 1 dan *slot* 2
- $\phi_T$  = sudut *beamsquint* pada arah *azimuth*

### 2.2.5. Pengaturan Pasangan Slot Antena RLSA

Pada *radiating element*, susunan geometris dari pasangan slot atau juga disebut unit radiator. Susunan di *unit radiator* dihitung dan digambar secara tepat agar tidak menurunkan kinerja antena RLSA [7]. Pada Gambar 2.5 merupakan pengaturan geometris *unit radiator*.



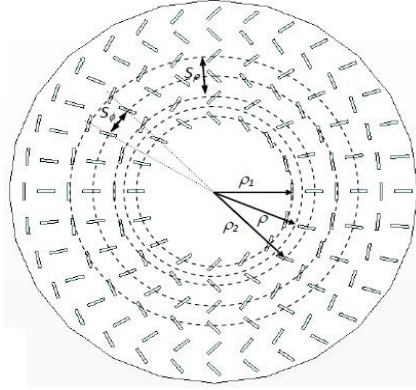
Gambar 2.5. Pengaturan Geometri *Unit Radiator* [7]

Berdasarkan pada Gambar 2.5 diatas jarak *unit radiator* dari titik pusat dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut [7]:

$$\rho_\rho = \frac{n\lambda_g}{1 - \xi \sin \theta_T (\phi - \phi_T)} \quad (2.3)$$

Dimana :  $\xi = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}}$

Pada Gambar 2.6 merupakan parameter *slot* antenna.



Gambar 2.6. Parameter *slot* antenna RLSA [7]

Untuk jarak yang berdekatan antara dua *unit radiator* yang terletak pada dua *ring* yang berbeda (jarak dalam arah *radial*) dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut [7]:

$$S_\rho = \frac{\lambda_g}{1 - \xi \sin \theta_T (\phi - \phi_T)} \quad (2.4)$$

Kemudian untuk jarak antara dua *unit radiator* yang berdekatan yang terletak pada *ring* yang sama (jarak dalam arah *azimuth*) dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut [7]:

$$S_\rho = \frac{2\pi\lambda_g}{\sqrt{1 - \xi^2 \sin^2 \theta_T}} \quad (2.5)$$

Keterangan :

- $n$  = nomor *ring* (1, 2, 3, ....)
- $\lambda_g$  = panjang gelombang dalam *cavity* antenna
- $\epsilon_r$  = permitifitas relatif *cavity* antenna
- $\phi$  = sudut *azimuth* dari posisi *slot* 1 dan *slot* 2
- $\phi_T$  = sudut *beamsquint* pada arah *azimuth*



- $\theta_T$  = sudut *beamsquint* pada arah elevasi  
 $q$  = nomor *integer* (1, 2, ...) menyatakan *ring* yang jauh dari titik pusat antenna  
 $p$  = jumlah unit radiasi pada *ring* yang terdalam

Berdasarkan persamaan 2.5 jarak dari pusat unit radiator untuk *slot* 1 atau *slot* 2 adalah  $\frac{\lambda_g}{4}$ , maka jarak antara *slot* dari titik pusat dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut [7]:

$$\rho_{\rho 1} = \frac{\left(n - 1 + q - \frac{1}{4}\right) \lambda_g}{1 - \xi \sin \theta_T \cos(\phi - \phi_T)} \quad (2.6)$$

$$\rho_{\rho 2} = \frac{\left(n - 1 + q + \frac{1}{4}\right) \lambda_g}{1 - \xi \sin \theta_T \cos(\phi - \phi_T)} \quad (2.7)$$

### 2.2.6. Panjang Slot Antena RLSA

Pada komponen *radiating element* antenna RLSA memiliki panjang *slot* yaitu jarak antara *slot* dengan titik pusat antenna. Panjang *slot* pada bagian *radiating element* yang bervariasi bertujuan agar setiap *slot* menghasilkan pola pancaran yang sama dengan *slot* lainnya. Panjang *slot* dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut [7]:

$$L_{rad} = (4,9876 \times 10^{-3} \rho) \frac{12,5 \times 10^9}{f_0} \quad (2.8)$$

Keterangan :

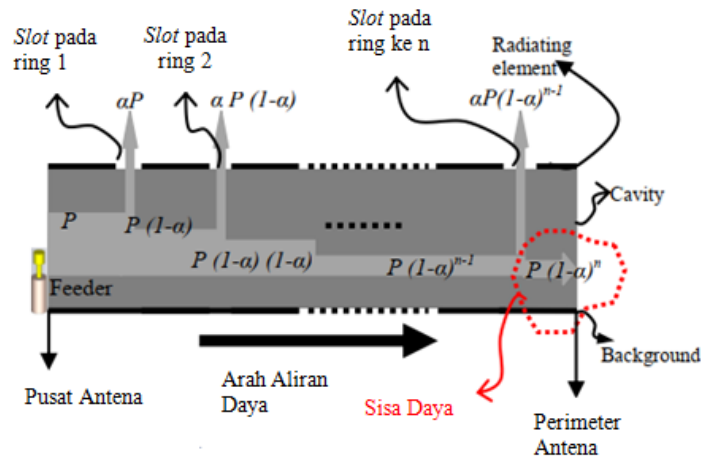
- $\rho$  = Jarak *slot*  
 $f_0$  = Frekuensi tengah  
 $L_{rad}$  = Panjang *slot* antenna

### 2.3. Refleksi Sinyal pada Antena RLSA

Pada antenna RLSA ada dua penyebab terjadinya refleksi sinyal. Adapun penyebab refleksi sinyal yaitu yang disebabkan oleh sisa daya dan yang disebabkan oleh *slot* antenna [7].

### 2.3.1. Refleksi Sinyal disebabkan Sisa Daya

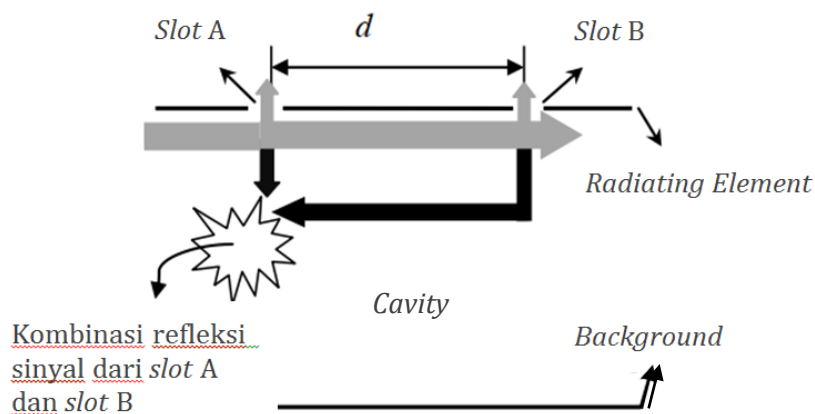
*Feeder* adalah komponen penting pada antenna RLSA yang terletak di pusat antenna. Daya yang berasal dari *feeder* mengalir menuju antenna kemudian dipandu oleh *cavity* menuju seluruh komponen *cavity* kemudian diradiasikan melalui *slot* yang akan dilaluinya. Jika semakin jauh posisi *slot* dari *feeder* maka daya yang didapatkan akan semakin kecil dan jika semakin kecil permukaan antenna RLSA maka akan banyak sisa daya [7]. Pada Gambar 2.7 merupakan refleksi sinyal karena sisa daya..



Gambar 2.7. Refleksi Sinyal Karena Sisa Daya [7]

### 2.3.2. Refleksi Sinyal disebabkan Slot Antena

Refleksi sinyal juga disebabkan oleh *slot* antenna RLSA [7]. Pada Gambar 2.8 merupakan refleksi sinyal karena *slot* antenna.



Gambar 2.8. Refleksi Sinyal disebabkan Slot Antena [7].

Pada Gambar 2.8 menunjukkan potongan depan antenna RLSA dan aliran sinyal di dalam rongga antenna RLSA. Panah abu-abu mewakili sinyal yang mengalir dari pusat antenna dan panah hitam menunjukkan refleksi sinyal dari *slot* [7].

## 2.4. Parameter Antena RLSA

Parameter antena RLSA berfungsi untuk merancang, mengukur serta menganalisa kinerja dari antena RLSA. Parameter yang akan digunakan yaitu *gain*, *bandwidth*, koefisien refleksi, pola radiasi, *beamwidth*, pengarahannya (*directivity*), efisiensi, dan polarisasi.

### 2.4.1. Gain

Kemampuan antena mengarahkan atau memancarkan radiasi sinyal disebut dengan *gain* [1][19]. Untuk memfokuskan energi yang dipancarkan antena ke suatu arah akan ditentukan oleh besar *gain*. *Gain* suatu antena dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut [13]:

$$G = D \times \varepsilon_r \quad (2.9)$$

Keterangan :

$G$  = *Gain* antena  
 $D$  = Direktivitas antena  
 $\varepsilon_r$  = Efisiensi antena

### 2.4.2. Bandwidth

*Range* frekuensi kerja antena harus dapat bekerja secara efektif agar dapat memancarkan dan menerima gelombang pada *band* frekuensi tertentu, dimana daerah frekuensi antena bekerja dengan baik disebut dengan *bandwidth* antena [19]. *Bandwidth* antena adalah parameter diperhatikan dan dipertimbangkan dari sudut pola radiasi [18]. *Bandwidth* suatu antena dengan frekuensi yang lebar dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut [13] :

$$BW = f_{max} - f_{min} \quad (2.10)$$

Keterangan :

$BW$  = *Bandwidth*  
 $f_{min}$  = Frekuensi terendah  
 $f_{max}$  = Frekuensi tertinggi

### 2.4.3. Koefisien Refleksi

Koefisien refleksi terjadi akibat adanya *missmatch* dari saluran transmisi antenna dengan impedansi. Koefisien refleksi dapat digunakan untuk menilai *matching* antenna dengan saluran transmisi [3]. Koefisien refleksi antenna dapat dihitung menggunakan Persamaan berikut [13] :

$$\Gamma = \frac{Z_{in} - Z_0}{Z_{in} + Z_0} \quad (2.11)$$

$$\Gamma = 20 \log |\Gamma| \quad (2.12)$$

Keterangan :

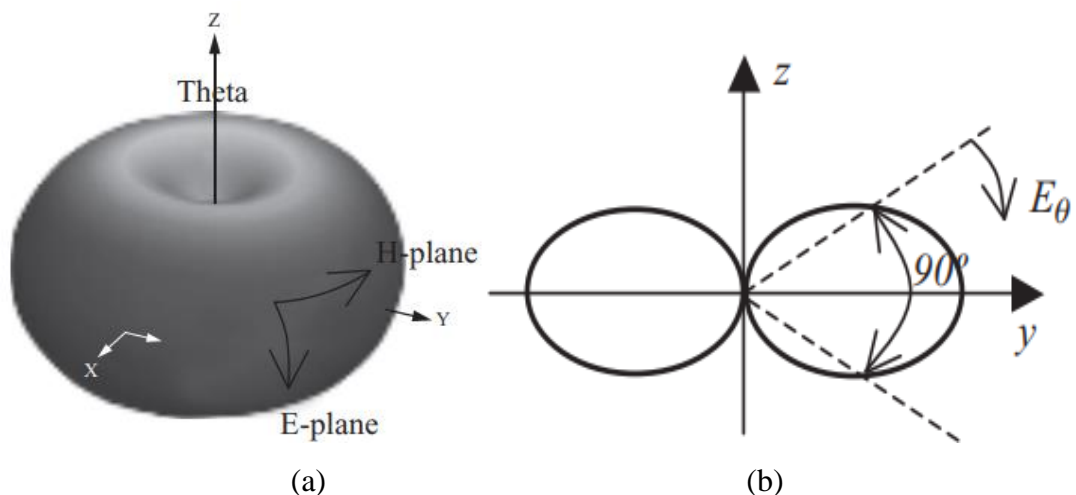
$\Gamma$  = Koefisien refleksi

$Z_{in}$  = Impedansi beban

$Z_0$  = Impedansi saluran transmisi

### 2.4.4. Pola Radiasi

Bentuk pancaran dari sebuah antenna disebut juga dengan pola radiasi (*radiating pattern*) atau yang menunjukkan distribusi daya yang dipancarkan dari antenna [1][18]. Pada Gambar 2.9 merupakan pola radiasi antenna.

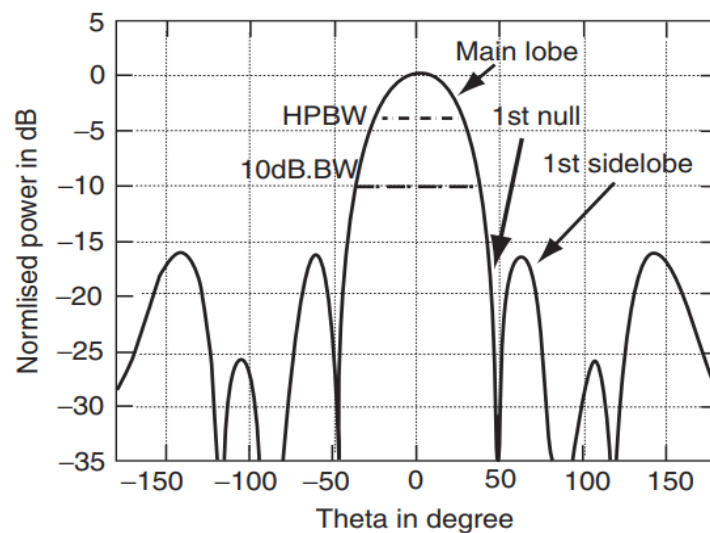


Gambar 2.9. Pola Radiasi Antena (a) 3D (b) Polar [18]

Pada Gambar 2.9 menunjukkan pola radiasi antenna 3D dan Polar, untuk gambar polar yaitu pola radiasi dengan potongan pada bidang elevasi. Pada Gambar 2.9 ini merupakan bentuk pola radiasi omnidireksional yaitu besar daya sama ke segala arah pada bidang tertentu.

#### 2.4.5. *Beamwidth*

*Beamwidth* antenna merupakan besar pancaran (*beam*) yang ditunjukkan dengan sudut pancaran antenna [1]. Pada setiap antenna pancaran memiliki luas pancaran (*beam area*), yaitu luas sudut ruang yang mewakili arah pancaran daya dari antenna. *Beamwidth* ada pada setiap pola radiasi antenna. Pada Gambar 2.10 merupakan bagian pada *beamwidth* antenna.



Gambar 2.10. Bagian pada *Beamwidth* Antena [18]

Adapun penjelasan pada Gambar 2.10 adalah sebagai berikut :

1. *Half-Power Beamwidth* (HPBW) yaitu *beamwidth* setengah daya dari pancaran utama (*main lobe*)
2. *Final Null Beamwidth* (FNBW) yaitu jarak sudut dimana besar dari pola radiasi berkurang sampai dengan nol atau lebar pancaran bernilai nol
3. *First Side-lobe level* (dinyatakan dalam dB, relatif terhadap pancaran utama atau pancaran yang lebih kecil dari pancaran utama).
4. *Front-to-back ratio* yaitu perbandingan antara *main lobe* dengan *back lobe*.
5. *Null positions* yaitu sebagai penentuan posisi

#### 2.4.6. Direktivitas

Direktivitas atau pengarahannya yaitu perbandingan antara intensitas radiasi pada suatu arah terhadap intensitas radiasi rata-rata pancaran [1]. Pengarahannya sebuah antena diukur pada kemampuan yang dimiliki antena untuk memusatkan energi ke suatu arah dan juga pengarahannya suatu antena diukur pada pola radiasinya [19]. Pola radiasi pada suatu antena mengarah sama ke segala arah memiliki direktivitas sama dengan 0 dB [1].

#### 2.4.7. Efisiensi Antena

Perbandingan antara daya yang diradiasikan dengan daya yang disalurkan disebut dengan efisiensi antena. Jika semakin tinggi efisiensi antena maka semakin banyak daya yang diradiasikan oleh antena, dan apabila semakin rendah efisiensi antena maka semakin banyak daya yang diserap oleh antena [1]. Efisiensi suatu antena dapat dirumuskan dengan persamaan berikut [13] :

$$\eta = \varepsilon_R = \frac{P_{rad}}{P_{in}} \quad (2.13)$$

$$\eta = \varepsilon_T = M_L \times \varepsilon_R \quad (2.14)$$

Keterangan:

$\eta = \varepsilon_R$	= Efisiensi antena
$P_{rad}$	= Daya yang diradiasikan
$P_{in}$	= Daya yang disalurkan
$\eta = \varepsilon_T$	= Efisiensi total
$M_L$	= <i>Loss mismatch</i> impedansi antena

#### 2.4.8. Polarisasi

Polarisasi antena adalah polarisasi dari gelombang yang diradiasikan atau dipancarkan atau diterima oleh antena. Polarisasi dari gelombang yang teradiasi, merupakan sifat-sifat gelombang elektromagnetik yang menggambarkan perubahan arah dan nilai relatif vektor medan listrik. Polarisasi dari energi yang diradiasikan berubah menurut arah antena, sehingga dengan pola yang berbeda akan memungkinkan mempunyai polarisasi yang berbeda pola (bervariasi) [2]. Ada beberapa jenis polarisasi yaitu [14] :

1. Polarisasi linear, yaitu arah medan listrik tidak berubah terhadap waktu dan hanya orientasinya yang berubah - ubah positif dan negatif.
2. Polarisasi vertikal, yaitu arah medan listrik mengarah vertikal antena

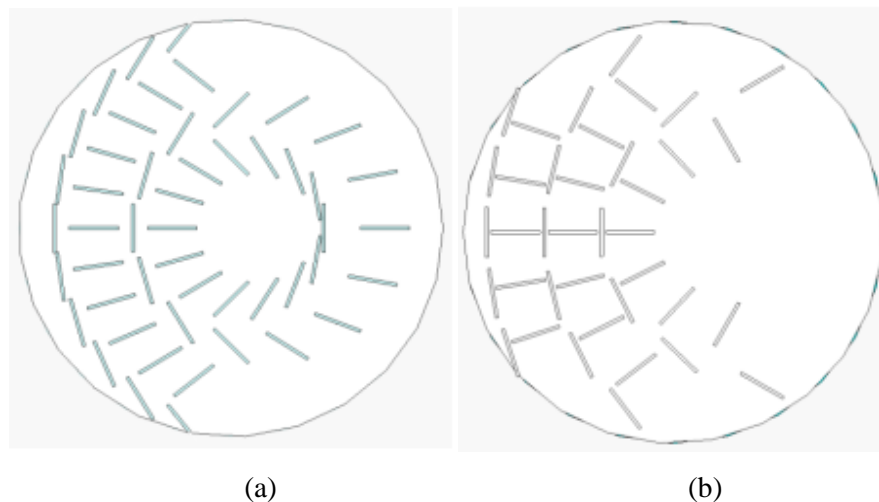
3. Polarisasi horizontal, yaitu elemen antenna horizontal terhadap permukaan tanah
4. Polarisasi eliptis, yaitu perubahan waktu dan perambatan gelombang menyebabkan gelombang medan listrik dari gelombang tersebut melakukan putaran orientasi dengan penampang eliptis.

## 2.5. Teknik *Hybrid* pada Antena RLSA

Teknik *hybrid* yaitu teknik yang digunakan untuk meminimalkan koefisien refleksi serta mengurangi struktur dari antenna RLSA. Teknik *hybrid* merupakan teknik yang menggabungkan dua buah teknik yaitu teknik *extream beamsquint* dan teknik pemotongan [7].

### 2.5.1. Teknik *Extream Beamsquint*

Teknik *extream beamsquint* merupakan teknik bertujuan untuk memfokuskan posisi *slot* antenna di *radiating element* pada antenna RLSA [7]. Pada Gambar 2.11 merupakan antenna RLSA dengan teknik *extream beamsquint* :

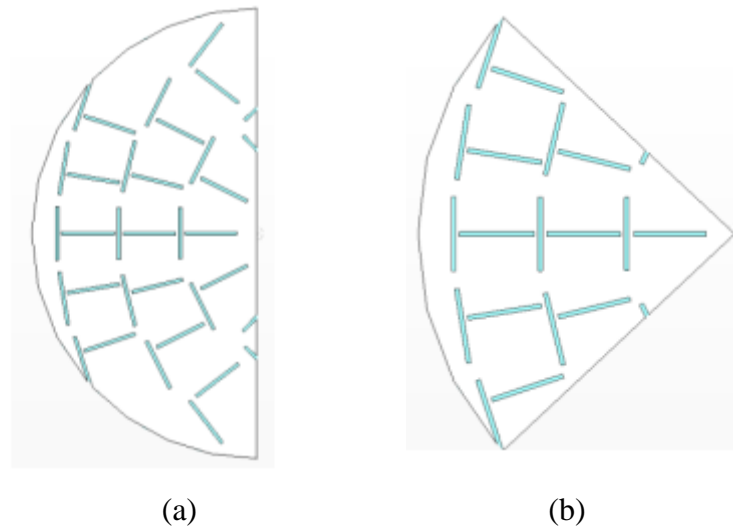


Gambar 2.11. Antena RLSA (a) *Normal Beamsquint* (b) *Extream Beamsquint* [7]

Pada Gambar 2.11 menunjukkan bahwa nampaknya perbandingan antara antenna RLSA teknik *normal beamsquint* dengan *extream beamsquint*. Pada gambar perbandingan jumlah *slot* sangat berbeda. Pada antenna RLSA *normal beamsquint* memiliki 2 *ring slot*, sedangkan pada antenna RLSA *extream beamsquint* memiliki 3 *ring slot*. Teknik *extream beamsquint* ini berpengaruh terhadap hasil koefisien refleksi antenna RLSA

### 2.5.2. Teknik Pemotongan

Teknik pemotongan adalah teknik yang digunakan untuk memotong antenna RLSA dengan tujuan memperkecil struktur dari antenna RLSA. Teknik pemotongan ini dilakukan dengan memperhatikan standar parameter pada saat perancangan antenna RLSA. Teknik pemotongan dapat dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman VBA [9][14]. Pada Gambar 2.12 merupakan antenna RLSA menggunakan teknik pemotongan :



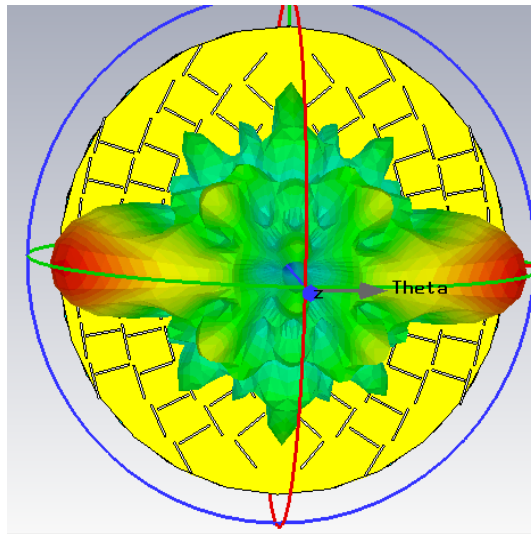
Gambar 2.12. Teknik Pemotongan (a)  $\frac{1}{2}$  Lingkaran (b)  $\frac{1}{4}$  Lingkaran [7]

Antena dengan teknik pemotongan pada gambar 2.12 memiliki kemampuan untuk memancarkan lebih banyak daya dan mengurangi daya yang tersisa pada parameter antena, sehingga meminimalkan koefisien refleksi. Teknik pemotongan yang dilakukan tidak menurunkan kinerja dari antena RLSA dibandingkan dengan antena RLSA lingkaran penuh [7].

### 2.6. Antena *Multibeam*

Antena *multibeam* merupakan antena yang mampu menghasilkan lebih dari satu pancaran gelombang yang memberikan solusi untuk mengatasi kekurangan antena dari antena *single beam* [20]. Pada Gambar 2.13 merupakan pola radiasi antena *multibeam*



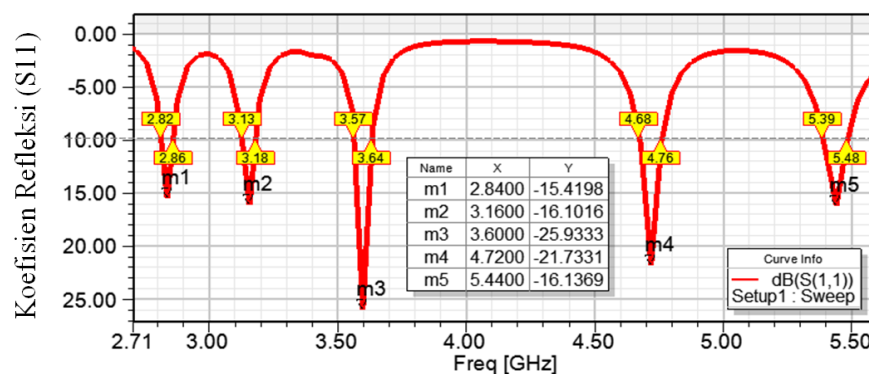


Gambar 2.13. Pola Radiasi Antena *Multibeam* [12]

Pada Gambar 2.13 menunjukkan pancaran antenna *multibeam* dimana pada gambar memiliki 2 arah pancaran terfokus yang memiliki nilai *gain* tinggi untuk mencakup rentang sudut yang telah ditentukan [20]

## 2.7. Antena *Multiband*

Antena *multiband* adalah perangkat yang diperlukan untuk dapat berkomunikasi satu sama lain, dimana pada sebuah antenna dapat bekerja pada pita frekuensi yang berbeda [21]. Pada Gambar 2.13 merupakan koefisien refleksi dari antenna *multiband*.



Gambar 2.14. Koefisien Refleksi Antena *Multiband* [21]

Gambar 2.14 Menunjukkan hasil dari koefisien refleksi antenna mikrostrip yang memiliki kinerja secara *multiband* yang bekerja pada 4 frekuensi yang berbeda. Antena *multiband* dibuat untuk beroperasi pada frekuensi berbeda yang terpisah secara bersamaan pada saat yang sama sehingga menghindari penggunaan beberapa antenna [17].

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini, akan menjelaskan langkah-langkah perancangan dan simulasi antenna RLSA menggunakan CST *Studio Suite* 2010 dan bahasa pemrograman VBA. Penggunaan bahasa pemrograman VBA ini memudahkan perancangan antenna RLSA serta menghemat waktu dalam melakukan penelitian ini serta antenna RLSA yang dirancang dapat dilakukan secara akurat. Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan hasil simulasi dengan hasil pengukuran *prototype* antenna RLSA.

#### **3.1. Tahapan Penelitian**

Sebelum memulai penelitian penulis akan membahas bagaimana proses yang dilakukan dalam pelaksanaan Tugas Akhir. Secara gambaran umum proses penelitian ini yaitu dengan menguraikan tahap yang dimulai dari simulasi sampai analisa hasil. Diawali dengan konsultasi kepada dosen pembimbing mengenai penelitian terkait, kemudian dosen pembimbing merekomendasikan judul penelitian yang akan penulis lakukan. Setelah itu penulis mencari dan mengumpulkan referensi-referensi penelitian yang berkaitan dengan judul penelitian. Berdasarkan judul dan tujuan penelitian, kemudian penulis mulai merancang antenna RLSA *dual band dual beam* menggunakan teknik pemotongan  $\frac{1}{2}$  lingkaran. Rancangan *prototype* antenna dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman VBA yang disimulasikan dengan CST *Studio Suite* 2010.

Setelah rancangan antenna disimulasikan kemudian penulis melakukan analisa hasil berdasarkan parameter yang telah ditetapkan. Kemudian setelah melakukan analisa hasil dan jika mendapatkan hasil yang sesuai dengan parameter yang telah ditetapkan maka dilanjutkan dengan fabrikasi serta pengukuran *prototype* antenna. Dari hasil pengukuran tersebut dilakukan perbandingan dengan hasil simulasi antenna.

Gambar 3.1 merupakan alur tahapan penelitian yang akan penulis lakukan.



Gambar 3.1. Alur Tahapan Penelitian

### 3.2. Studi Pustaka

Diawali dengan arahan dari dosen pembimbing, penelitian ini sebagai penelitian lanjutan untuk perkembangan dari penelitian sebelumnya. Kemudian penelitian yang akan dilakukan direkomendasikan oleh dosen pembimbing. Sebelum memulai penelitian penulis melakukan studi pustaka, sebagai rujukan informasi untuk mempermudah saat proses

penyelesaian masalah pada penelitian yang akan penulis lakukan. Sumber informasi penulis dapatkan dari jurnal penelitian, artikel, serta sumber dari internet yang terkait dengan penelitian.

### 3.3. Penentuan Parameter *Input* Antena RLSA *Dual Band Dual Beam* $\frac{1}{2}$ Lingkaran

Parameter *input* antena RLSA harus ditentukan sebelum dilakukan perancangan antena RLSA. Parameter antena telah ditentukan sesuai dengan arahan dosen pembimbing. Sebelum dilakukan perancangan antena RLSA ini, parameter *input* antena digunakan pada bahasa pemrograman VBA. Pada Tabel 3.1 merupakan parameter *input* perancangan antena RLSA *dual band dual beam*  $\frac{1}{2}$  lingkaran.

Tabel 3.1. Parameter Perancangan Antena RLSA *Dual Band Dual Beam*  $\frac{1}{2}$  lingkaran [7][15].

No	Spesifikasi Parameter	Simbol	Nilai
1	Frekuensi Tengah	Fo	5,4 dan 5,8 GHz
2	Lebar <i>slot</i>	W	1 mm
3	Jari <i>cavity</i>	R	115 mm
4	Jari lubang <i>cavity</i>	R1	1,4 mm
5	Jumlah <i>slot ring</i> pertama	Po	10 dan 12
6	<i>Cavity permittivity</i>	$\epsilon_r$	2,33
7	<i>Beamsquint</i> dalam <i>elevasi</i>	$\phi$	50° sampai 89°
8	Tebal <i>radiating</i> dan <i>ground</i>	D	0,1 mm
9	Tebal <i>cavity</i>	d1	8 mm
10	Bahan <i>radiating</i> dan <i>ground</i>	-	Tembaga
11	Bahan <i>cavity</i>	-	<i>Polypropelene</i>

Pada tabel 3.1. menjelaskan bahwa antena RLSA dirancang sedemikian hingga mendapatkan hasil perancangan antena yang baik. Tidak hanya dari parameter *input* di antena saja, parameter juga pada *feeder* antena. Tabel 3.2 merupakan parameter *feeder*.

Tabel 3.2 Parameter *feeder* antenna RLSA [7].

No	Spesifikasi Parameter	Simbol	Nilai
1	Tinggi selinder tembaga	$H$	3 mm
2	Radius selinder tembaga	$Ra$	1,4 mm
3	Gap udara bagian atas	$b1$	1 mm
4	Gap udara bagian bawah	$b2$	4 mm

Setelah menentukan parameter *input* antenna pada bahasa pemrograman VBA kemudian dilakukan simulasi rancangan menggunakan CST *Studio Suite* 2010. Pada gambar 3.3 merupakan bentuk dari penggunaan bahasa pemrograman VBA.

```

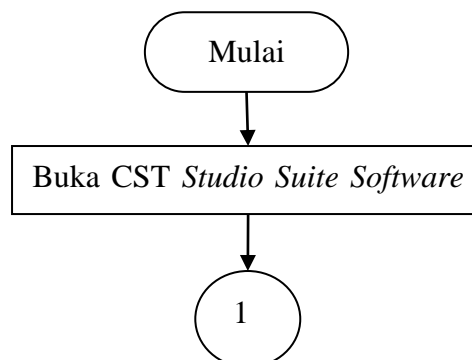
=====
'masukkan nilai parameter inputan
=====
jari_kaviti=115: po=10: lebar_slot=1:tau=53:
fo=5.4: er=2.33: ur=1: teta=10^-5: z=1: n=0:
h=8: tebal_element_radiasi=0.1: jari_lubang_kaviti=1.4

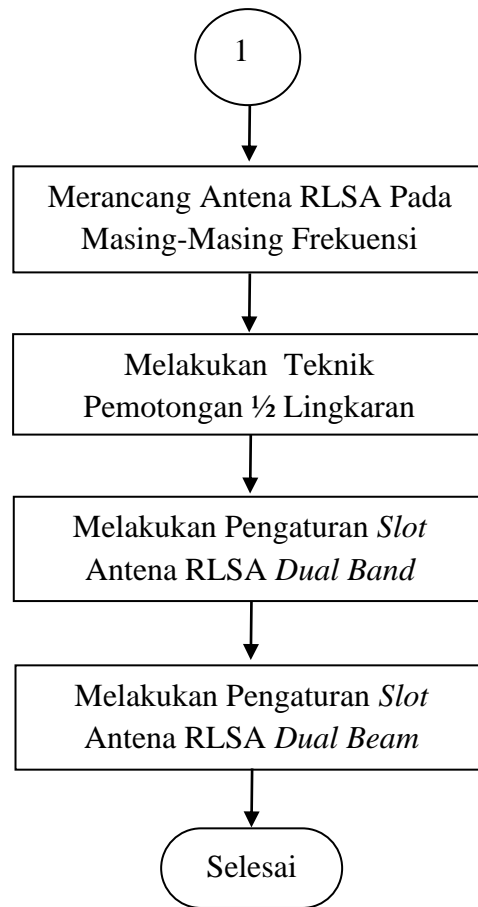
```

Gambar 3.2. Bentuk Tampilan Bahasa Pemrograman VBA  
Berdasarkan Parameter *Input*.

### 3.4. Merancang Model Antena RLSA *Dual Band Band Dual Beam* ½ Lingkaran

Pada perancangan antenna RLSA dibutuhkan persiapan yaitu dengan menggunakan perangkat *hardware* dan *software*. Untuk *hardware* penulis menggunakan laptop sedangkan untuk *software* yang penulis gunakan dalam perancangan yaitu CST *Studio Suite*, bahasa pemrograman VBA. Pada Gambar 3.3 merupakan tahapan perancangan antenna RLSA *dual band dual beam* menggunakan teknik pemotongan ½ lingkaran.





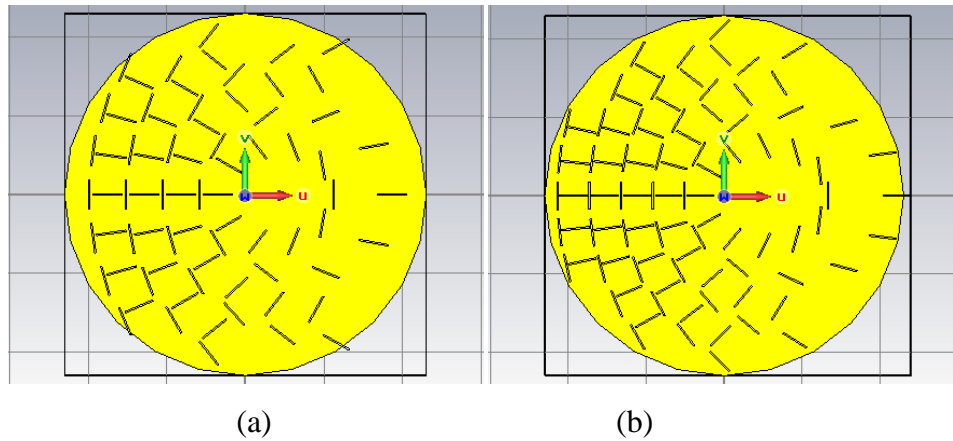
Gambar 3.3. Alur Tahapan Perancangan Model Antena RLSA *Dual Band Dual Beam*

#### 3.4.1. CST Studio Suite

CST *Studio Suite* adalah *software* yang digunakan untuk merancang model antenna RLSA. Perancangan model antenna RLSA berdasarkan parameter *input* yang telah ditentukan. Perancangan model antenna RLSA dibantu juga dengan VBA *software*. Setelah perancangan model antenna RLSA kemudian dilakukan simulasi pada model antenna RLSA.

#### 3.4.2. Merancang Antena pada Masing-Masing Frekuensi

Setelah menentukan parameter inputan antenna RLSA menggunakan bahasa pemrograman VBA selanjutnya peneliti melakukan perancangan masing-masing antenna dengan masing-masing frekuensi 5,4 GHz dan 5,8 GHz. Untuk rancangan awal antenna RLSA ini hanya bisa dilakukan di bagian *radiating element*. Gambar 3.4 merupakan bentuk rancangan antenna RLSA.

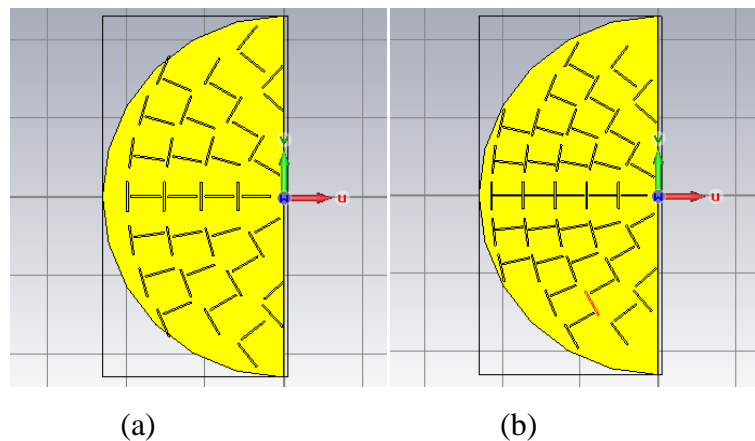


Gambar 3.4. Perancangan Antena RLSA (a) Frekuensi 5,4 GHz  
(b) Frekuensi 5,8 GHz

Rancangan model antena RLSA pertama kali masih dalam ukuran lingkaran penuh pada masing-masing frekuensi, untuk menjadikan ukuran  $\frac{1}{2}$  lingkaran maka dilakukan teknik pemotongan.

### 3.4.3. Teknik Pemotongan $\frac{1}{2}$ Lingkaran

Pada Gambar 3.4 merupakan bentuk awal dari rancangan model antena yang akan dijadikan antena RLSA *dual band*. Kemudian perancangan dilanjutkan dengan melakukan teknik pemotongan  $\frac{1}{2}$  lingkaran. Gambar 3.5 merupakan bentuk rancangan antena dengan teknik pemotongan  $\frac{1}{2}$  lingkaran.

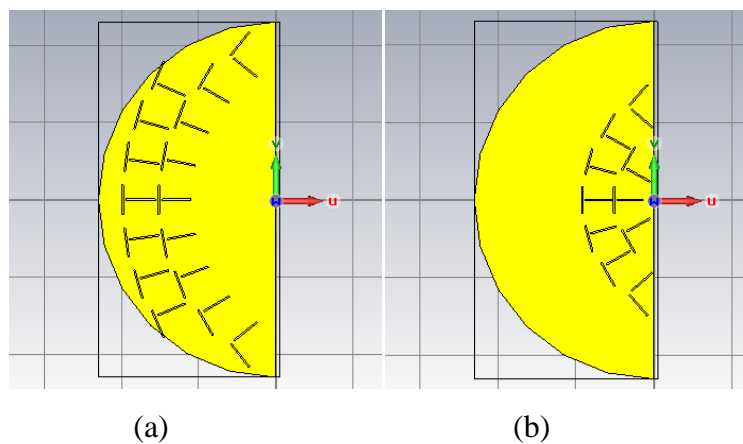


Gambar 3.5. Pemotongan  $\frac{1}{2}$  Lingkaran (a) Frekuensi 5,4 GHz  
(b) Frekuensi 5,8 GHz

Teknik pemotongan  $\frac{1}{2}$  lingkaran dilakukan pada masing-masing antenna yaitu pada frekuensi 5,4 GHz dan 5,8 GHz. Teknik pemotongan dilakukan dengan bahasa pemrograman VBA.

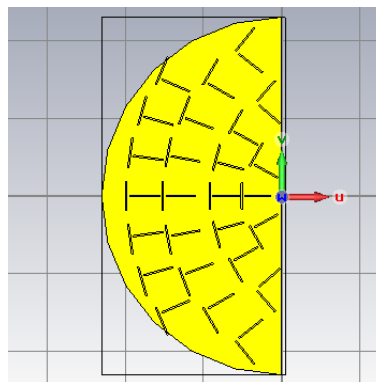
#### 3.4.4. Pengaturan Posisi Slot Antena Dual Band

Agar antenna RLSA pada frekuensi 5,4 GHz dan 5,8 GHz bekerja pada satu antenna maka pada setiap masing-masing antenna dilakukan pengaturan posisi *slot*, yaitu dengan cara penghapusan *slot* untuk menempatkan 2 frekuensi pada 1 antenna. Gambar 3.6 merupakan bentuk pengaturan *slot* antenna RLSA pada frekuensi 5,4 GHz dan 5,8 GHz.



Gambar 3.6. Pengaturan dan Penghapusan Slot  
(a) Frekuensi 5,4 GHz (b) Frekuensi 5,8 GHz

Pengaturan dan penghapusan dilakukan agar tidak terjadi *slot* yang bersinggungan pada frekuensi 5,4 GHz dan 5,8 GHz. Setelah dilakukan penghapusan *slot* selanjutnya dilakukan penggabungan *slot* antenna pada frekuensi 5,4 GHz dan 5,8 GHz untuk rancangan antenna RLSA *dual band*. Gambar 3.7 merupakan bentuk penggabungan *slot* antenna frekuensi 5,4 GHz dan 5,8 GHz.



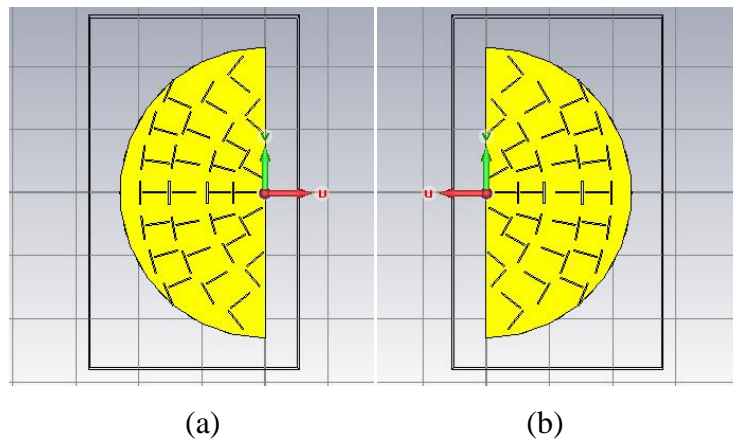
Gambar 3.7. Penggabungan Slot Antena Frekuensi 5,4 GHz dan Frekuensi 5,8 GHz



Pada Gambar 3.7 dapat dilihat bentuk rancangan antenna RLSA *dual band*, akan tetapi antenna RLSA ini masih dalam keadaan *single beam*. Untuk itu kemudian dilakukan pengaturan slot antenna RLSA menjadi *dual beam*.

#### 3.4.5. Pengaturan Posisi Slot Antena Dual Beam

Untuk mendapatkan antenna RLSA menghasilkan antenna *dual beam* maka *slot* ditambahkan ke bagian *ground*. Untuk meningkatkan pola radiasi pada rancangan antenna RLSA maka dilakukan penghapusan beberapa pasang *slot* pada bagian *radiating element*. Pada Gambar 3.8 merupakan pengaturan *slot* antenna *dual beam*



Gambar 3.8. Pengaturan Posisi Slot Antena Dual Beam

(a) Pada *Radiating Element* dan (b) pada *Background*

Gambar 3.8 telah menampilkan hasil model rancangan antenna RLSA *dual band dual beam*  $\frac{1}{2}$  lingkaran. Setelah itu maka model rancangan antenna RLSA dapat dilakukan simulasi. Simulasi antenna RLSA juga dilakukan menggunakan CST *Studio Suite*.

### 3.5. Mensimulasikan Rancangan Model Antena RLSA Dual Band Dual Beam $\frac{1}{2}$ Lingkaran

Simulasi model antenna RLSA dilakukan menggunakan CST *Studio Suite* dan bahasa pemrograman VBA. Simulasi rancangan dilakukan dengan beberapa skenario perancangan untuk mengetahui hasil yang akan diperoleh setelah simulasi. Skenario perancangannya yaitu dimulai dari spesifikasi parameter *input* p0 10 serta *beamsquint elevasi* berdasarkan parameter tabel 3.1, jika belum mendapatkan hasil yang sesuai maka dilakukan perancangan kembali dengan mengubah parameter *input* selanjutnya.

Perancangan antenna RLSA terus dilakukan untuk mendapatkan hasil yang terbaik untuk bisa dilakukan pabrikan antenna RLSA. Hasil rancang simulasi antenna RLSA yaitu dapat dilihat dalam bentuk parameter koefisien refleksi, *bandwidth*, dan pola radiasi

### **3.6. Pemilihan Model Antena RLSA yang Akan Dipabrikan**

Model Antena RLSA yang akan dipilih untuk pabrikan berdasarkan hasil simulasi terbaik dari skenario yang telah dilakukan. Hasil yang terbaik dilihat dari kinerja parameter yang diinginkan yaitu menghasilkan nilai parameter koefisien refleksi  $\leq -10$  dB, *bandwidth*  $\geq 20$  MHz, dan pola radiasi dengan pengarah yang difokuskan ke arah *radiating element* dan *background* pada frekuensi 5,4 GHz dan 5,8 GHz.

### **3.7. Pabrikan *Prototype* Antena RLSA Dual Band Dual Beam**

Jika telah didapati hasil yang terbaik pada setiap simulasi maka antenna RLSA telah bisa dilakukan pabrikan. Hasil gambar rancangan *prototype* antenna ditampilkan dengan menggunakan *software AutoCad* 2010 dalam format DXF kemudian dikonversi menjadi format *AutoCad* untuk bisa diproses saat pabrikan secara otomatis. Pabrikan antenna RLSA tidak dilakukan oleh penulis, disebabkan karena keterbatasan penulis dalam melakukan pabrikan *prototype* antenna RLSA itu sendiri yaitu keterbatasan dari segi biaya, serta peralatan yang digunakan untuk pabrikan. Oleh sebab itu, pabrikan *prototype* antenna RLSA dilakukan oleh pihak yang mendukung untuk melakukan pabrikan dan juga berpengalaman yaitu Central Engraving Codi Melaka Malaysia.

### **3.8. Pengukuran *Prototype* Antena RLSA Dual Band Dual Beam**

Setelah dilakukan pabrikan *prototype* antenna RLSA maka tahap selanjutnya yaitu mengetahui kinerja *prototype* antenna RLSA yaitu dengan melakukan pengukuran. Pengukuran *prototype* antenna dilakukan di laboratorium *Electrical Engineering* Universiti Teknikal Malaysia, Melaka (UTeM). Dengan parameter yang diukur yaitu koefisien refleksi, *bandwidth*, dan pola radiasi.

### **3.9. Analisa Hasil Pengukuran dan Simulasi**

Setelah didapati hasil pengukuran *prototype* maka hasilnya akan dilakukan analisa hasil pengukuran dan simulasi antena RLSA. Perbandingan dilakukan untuk mengetahui kesesuaian hasil dari simulasi perancangan dengan hasil dari pengukuran *prototype* antena RLSA.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Adapun kesimpulan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Hasil koefisien refleksi berdasarkan simulasi rancangan antenna RLSA adalah -19,682 dB pada frekuensi 5,4 GHz dan -19,32 pada frekuensi 5,8 GHz dengan standar acuan  $\leq -10$  dB.
2. Hasil *bandwidth* berdasarkan simulasi rancangan antenna RLSA adalah 148,7 MHz pada frekuensi 5,4 GHz dan 316,4 MHz pada frekuensi 5,8 GHz dengan standar 20 dB.
3. Hasil pola radiasi berdasarkan simulasi yaitu memiliki pola pancaran *dual beam* dengan sudut *beamwidth*  $38^0$  ke bagian *radiating element* dan mengarah ke sudut *beamwidth*  $152^0$  ke bagian background pada frekuensi 5,4 GHz serta pola pancaran dengan sudut *beamwidth*  $15^0$  ke bagian *radiating element* dan mengarah ke sudut *beamwidth*  $165^0$  ke bagian *background* pada frekuensi 5,8 GHz.
4. Hasil pengukuran *prototype* antenna RLSA *dual band dual beam*  $\frac{1}{2}$  lingkaran tidak sesuai dengan hasil simulasi, ini disebabkan oleh rugi-rugi saat proses pabrikasi, terutama pada pemasangan *feeder* yang tidak presisi. Untuk pemasangan *feeder* harus dilakukan secara teliti karena sedikitnya pergeseran akan mempengaruhi kinerja dari antenna RLSA.

#### **5.2 Saran**

Pada penelitian antenna RLSA *dual band dual beam* menggunakan teknik pemotongan  $\frac{1}{2}$  lingkaran ini masih banyak kekurangan, dibutuhkan perhatian dan penelitian lebih lanjut untuk dapat meminimalkan kekurangan pada perancangan antenna agar dapat memiliki kinerja yang baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. A. Balanis, *Antenna Theory Analysis and Design Third Edition*, Hoboken. A Jonh Wiley & Sons, Inc, 2005.
- [2] R. Yuwono, Unjuk Kerja Antena UWB Egg Berdasarkan Dimensinya, *EECCIS*, “vol IV, No.2, 2010.
- [3] M. I. Imran, “Pembangunan Antena Lubang Alur untuk Aplikasi Capaian Wayarles Berjalur Lebar Tetap pada Frekuensi 5725-5875 MHz,” *Universiti Teknologi Malaysia*, 2005.
- [4] G.C. Southworth, “Microwave Radio Transmission,” *United Stated Patent Office* 2,405,242. 1946.
- [5] K. C. Kelly, “Recent Annular Slot Array Experiments,” *IRE International Convention Record*, vol V. pp. 144-151, 1958.
- [6] A. R. Tharek dan I. K. Farah Ayu, “Theoretical Investigations of Linearly Polarized Radial Line Slot Array (RLSA) Antenna for Wireless LAN Indoor Application at 5.5GHz,” *IEEE MELECON*, pp 364-367, 7-9 May 2002.
- [7] T. Purnamirza, “Very Small Beamsteering Radial Line Slot Array Antenna,” Ph.D. dissertation, *Universiti Teknologi Malaysia, Johor Bahru*, 2013.
- [8] H. Irwan, D. Astuti, E. Roza, “Analisis Interferensi Tunggal WLAN 802.11A terhadap Ultra Wideband (UWB),” *Rekayasa Teknologi* vol 4, no 12, pp 21-33, 2012.
- [9] R. Zulfadli, “Pembuatan Prototype Antena RLSA untuk Verifikasi Hasil Simulasi Teknik Pemotongan  $\frac{1}{2}$  Antena RLSA pada Frekuensi 5,8 GHz,” *UIN SUSKA RIAU, Pekanbaru*, 2016.
- [10] A Azwar, “Teknik Pemotongan  $\frac{1}{3}$  pada Antena Radial Line Slot Array (RLSA) pada Frekuensi 5.8 GHz,” *UIN SUSKA RIAU, Pekanbaru*, 2016.
- [11] M. Firmansyah, “Rancang Bangun Prototype Antena Radial Line Slot Array dengan Teknik Pemotongan  $\frac{1}{4}$  untuk Frekuensi 5.8 GHz,” *UIN SUSKA RIAU, Pekanbaru* 2016.
- [12] M. B. Poerwanto, “Rancang Bangun Prototype Antenna Radial Line Slot Array (RLSA) dengan Teknik Pembagian *Dual Beam* pada Frekuensi 5,8 GHz,” *UIN SUSKA RIAU, Pekanbaru*, 2017.

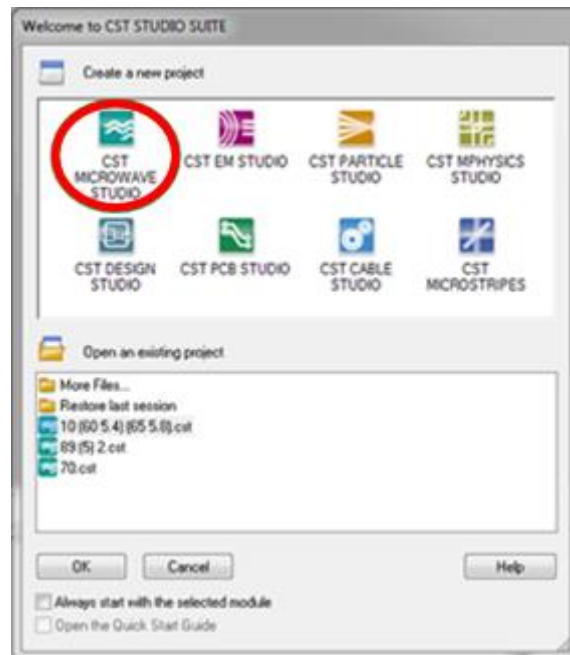
- [13] A. Purnama, "Perancangan Prototype Antena RLSA 5,8 GHz Dual Beam Berlawanan Arah," UIN SUSKA RIAU, Pekanbaru, 2017.
- [14] I. Akbar, "Rancang Bangun Prototype Antena Radial Line Slot Array (RLSA) dengan Teknik Pemotongan  $\frac{1}{2}$  Lingkaran dan Teknik Pembagian Dual Beam pada Frekuensi 5.8 GHz," UIN SUSKA RIAU, Pekanbaru, 2017.
- [15] M. S. Alam, K. M. Yeh, M. T. Islam, N. Misran dan A. M. Hasbi, "An EBG Microstrip Antenna for 5.4 GHz WLAN/HIPERLAN Application," *IEEE Student Conference on Research and Development*, vol IV, no 1, pp 144-147, 5-6 Desember 2012.
- [16] J. Gemio, P. G. Josep, S. C Jordi, "Dual-Band Antenna With Fractal-Based Ground Plane for WLAN Applications," *IEEE ANTENNAS AND WIRELESS PROPAGATION LETTERS*, vol. 8, pp 748-751, 2009.
- [17] Geetanjali dan R. Khanna, "A Review of Various Multi-Frequency Antenna Design Techniques," *Indian Journal of Science and Technology*, vol X, no 16, April 2017.
- [18] Y. Huang dan K. Boyle, *Antena From Theory to Practice*, Jonh Wiley & Sons, 2008.
- [19] A. Z. Lubis, "Pengaruh Posisi Antena Terhadap Sinyal Gelombang Antena Yagi Alumunium," *Jurnal Dinamis* vol II, no 14, pp 32-38 Januari 2014.
- [20] W. Hong, dkk "Multibeam Antenna Technologies for 5G Wireless Communications," *IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION*, vol. 65, no. 12, pp 6231-6249, Desember 2017.
- [21] A. Lozada, A. Piedrahita, G. Russi, "Design And Study of A Microstrip Slot Antenna Operating at 2.8/3.1/3.6/4.7/5.4 GHz," *MATEC Web of Conferences*, 2017.

## LAMPIRAN A

### MERANCANG DAN SIMULASI ANTENA RLSA *DUAL BAND* *DUAL BEAM* DENGAN TEKNIK PEMOTONGAN $\frac{1}{2}$ LINGKARAN

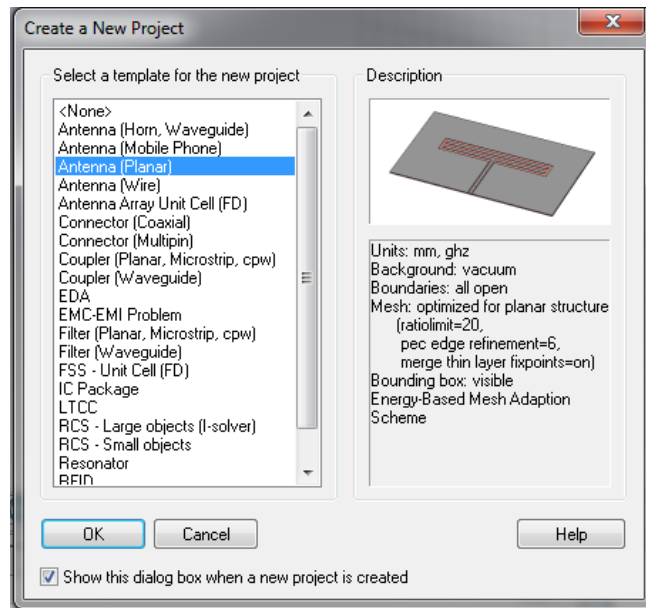
Pada lampiran A ini menjelaskan tahapan-tahapan perancangan antenna RLSA pada frekuensi 5.4 GHz dan 5.8 GHz. Perancangan antenna menggunakan *software* CST Studio Suite dan bahasa pemrograman VBA. Adapun tahapan-tahapan perancangan adalah sebagai berikut :

1. Buka *software* CST Studio Suite 2010, kemudian *double klik* ikon pada lingkaran merah dibawah ini.

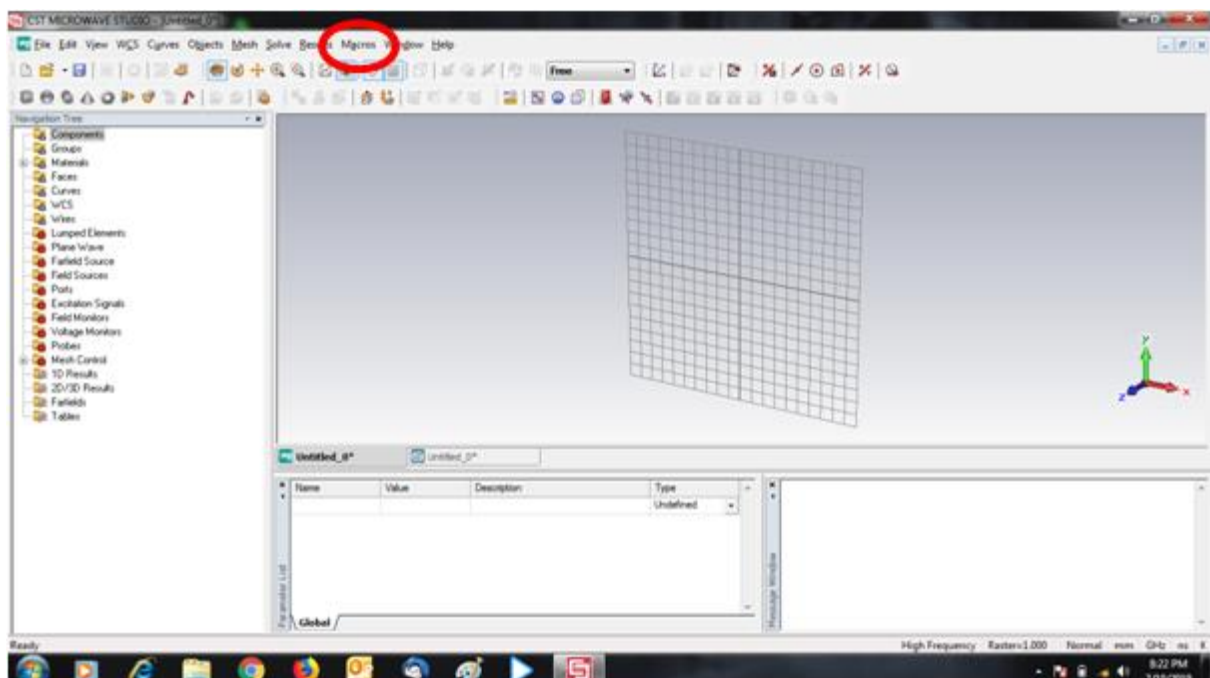


Gambar A.1. Tampilan awal CST Studio Suite 2010

2. Setelah itu pilih **Antenna (Planar)** dan klik **OK**

Gambar A.2. Tampilan *Create a New Project*

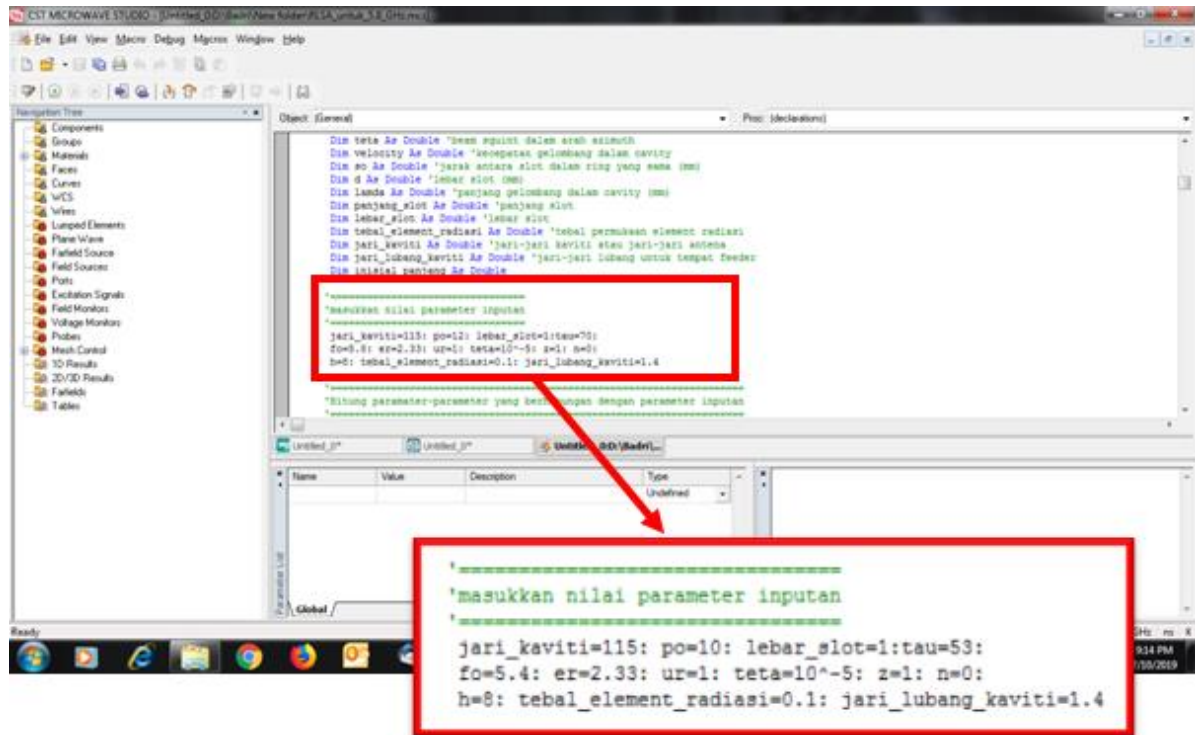
3. Kemudian setelah itu akan tampak tampilan untuk memulai membuat antenna RLSA. Untuk memulai perancangan yaitu dengan memilih ikon **Macros** pada lingkaran merah dilihat pada Gambar A.3 kemudian pilih **Open VBA Macros Editor**



Gambar A.3. Tampilan awal untuk memulai perancangan



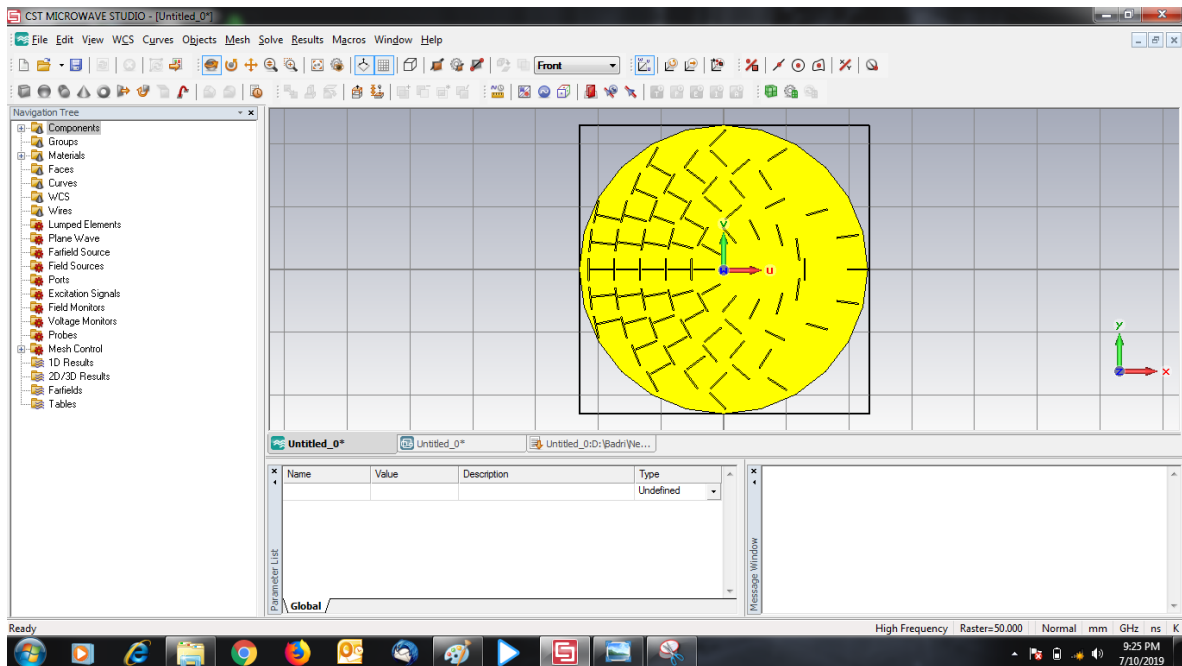
4. Setelah memilih **Open VBA Macros Editor** kemudian akan tampak tampilan lembar kerja baru. Kemudian langkah selanjutnya pilih **File > Open > Directory (Local Disk C) > Program Files > CST Studio Suite 2010 > Library > Macros >** pilih **software VBA (RLSA\_untuk\_5.8\_GHz.mcs)** untuk memasukan program VBA, sehingga muncul tampilan seperti gambar A.4. berikut ini.



Gambar A.4. Tampilan *Software VBA (RLSA\_untuk\_5.4\_GHz.mcs)*

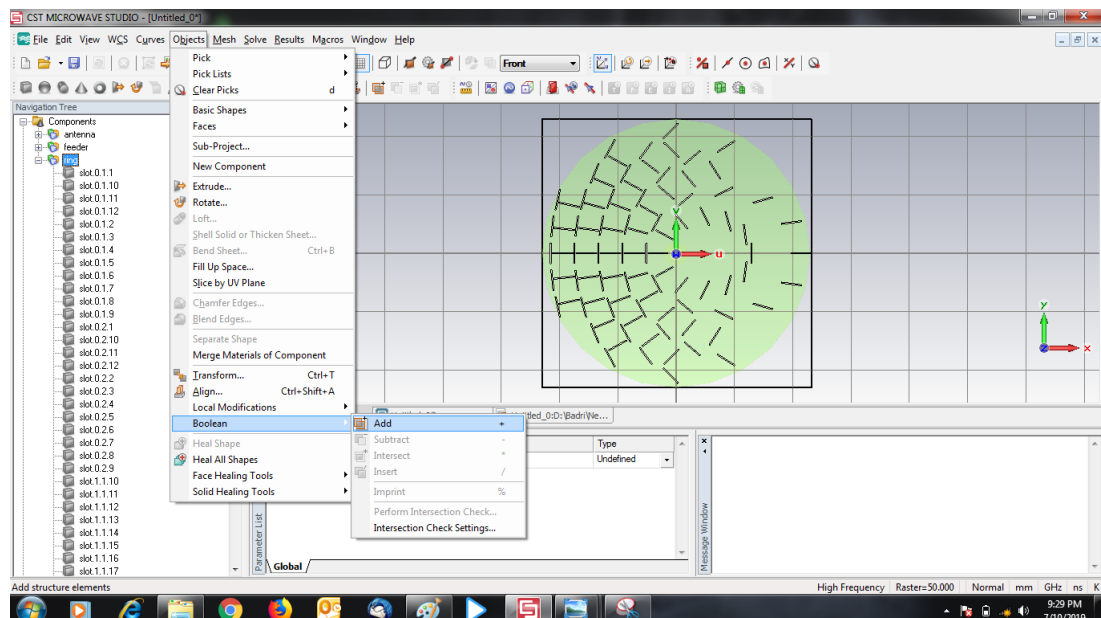
Pada perancangan dilakukan pada masing-masing antenna berdasarkan frekuensi yang digunakan sebelum dijadikan antenna *dual band*. Pada Gambar A.4 merupakan tampilan perancangan antenna pada frekuensi 5.4 GHz. Setelah dilakukan *setting* parameter *input* *fo* menjadi 5.4 kemudian klik **Run**

5. Setelah melakukan *setting* parameter *input* selanjutnya dapat dilihat hasil perancangan antenna pada gambar A.5 dibawah ini.



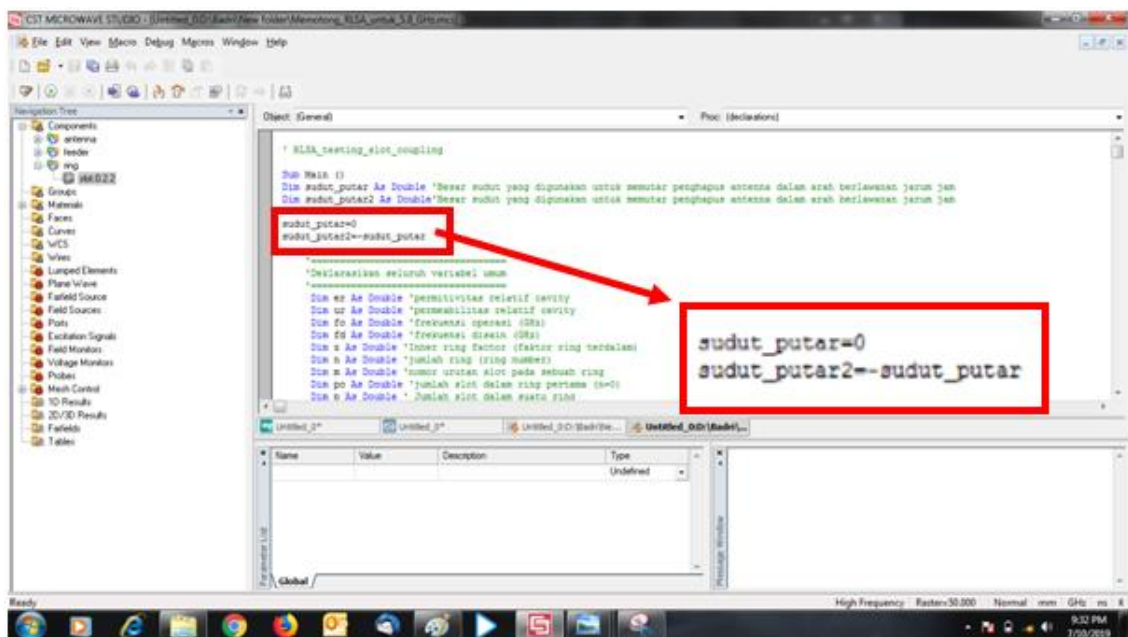
Gambar A.5. Hasil Rancangan Awal Antena RLSA

6. Pada Gambar A.5 merupakan rancangan antenna pada bagian *radiating element*. Setelah mendapatkan hasil rancangan pada frekuensi 5.4 GHz dan 5.8 GHz kemudian dilakukan tahap selanjutnya yaitu dengan melakukan teknik pemotongan  $\frac{1}{2}$  lingkaran yang diawali berdasarkan gambar A.6

Gambar A.6. Menyatukan Lubang *Slot* Antena

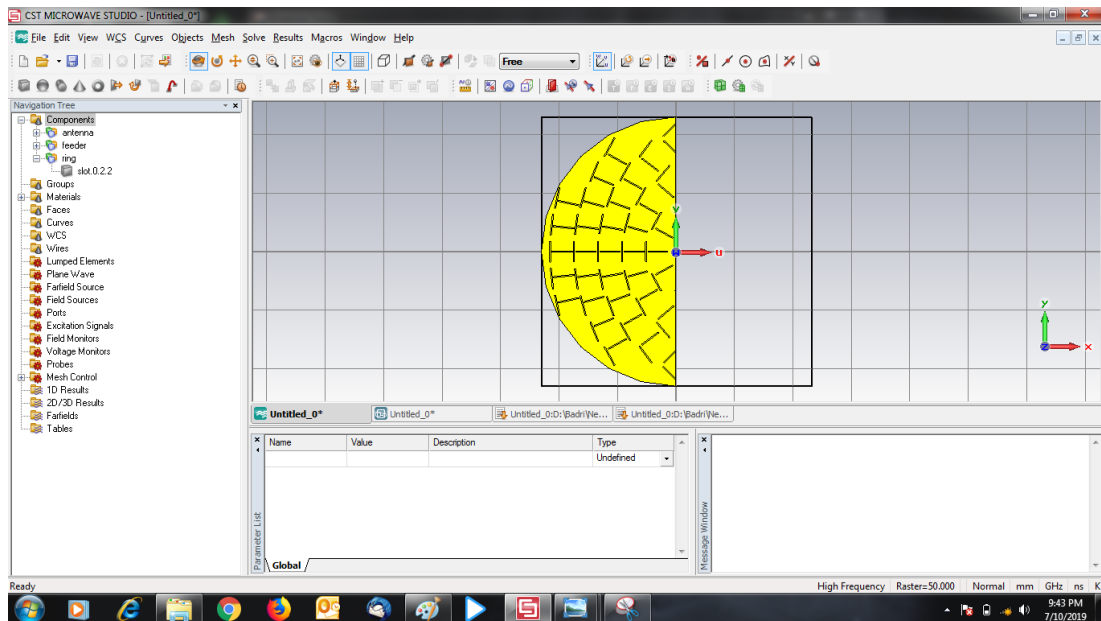
Gambar A.6 merupakan menyatukan semua *slot* dengan cara aktifkan *ring* antenna kemudian pilih **Object > Boolean > Add**. Kemudian ubah nama *slot* menjadi 0.2.2.

7. Setelah *slot* disatukan kemudian dilakukan teknik pemotongan  $\frac{1}{2}$  lingkaran pada antenna frekuensi 5.4 GHz. Kemudian pilih dan klik **Macros > Open VBA Macro Editor**. Setelah itu pilih dan klik menu **File > Open > Directory (Local Disk C) > Program Files > CST Studio Suite 2010 > Library > Macros > Memotong\_RLSA**. Selanjutnya ganti sudut putar = 0 yang dapat dilihat pada Gambar A.7. Kemudian klik **Run**.



Gambar A.7. Memotong Antena RLSA

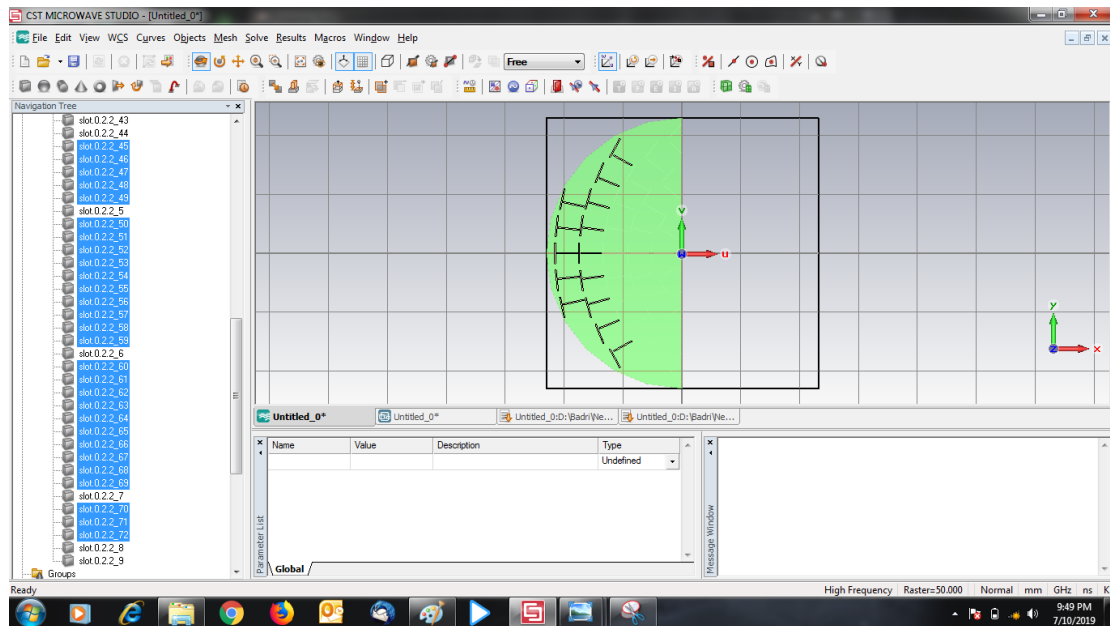
8. Kemudian setelah itu maka dapat lah hasil rancangan untk antenna pada frekuensi 5.4 GHz yang ditunjukkan pada Gambar A.8.



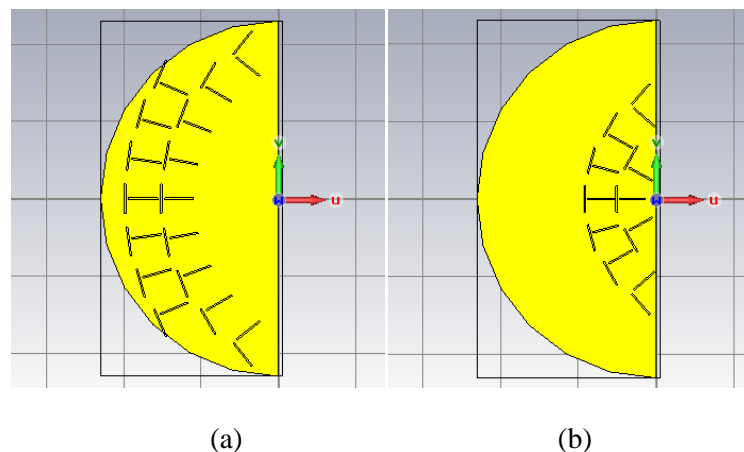
Gambar A.8. Tampilan Rancangan Antena RLSA  $\frac{1}{2}$  Lingkaran

Kemudian setelah dilakukan perancangan antenna RLSA pada frekuensi 5.4 GHz selanjutnya dilakukan juga perancangan antenna RLSA pada frekuensi 5.8 GHz dengan tahapan yang hampir sama dari tahapan nomor 1 sampai 8 dengan mengubah *setting* parameter *input* fo menjadi 5.8 GHz pada tahapan nomor 4.

9. Setelah mendapatkan hasil rancang antenna RLSA pada masing-masing frekuensi 5.4 GHz dan 5.8 GHz selanjutnya dilakukan perancangan untuk menjadikan antenna *dual band* yaitu dengan melakukan pengaturan *slot* pada masing-masing antenna. Pengaturan *slot* diawali dengan melakukan penghapusan beberapa pasang *slot* pada masing-masing antenna. Adapun cara penghapusan *slot* dengan cara pilih pada menu **Navigation Tree** dan klik **Ring** kemudian pilih pada menu **Object > Separate shape**. Kemudian pilih *slot* yang akan dihapus pada ring, seperti gambar A.9 dibawah ini.



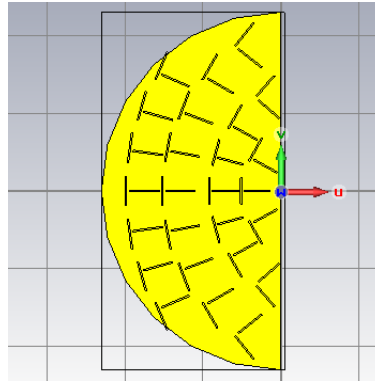
Gambar A.9. Penghapusan Beberapa Pasang *Slot* Antena RLSA



Gambar A.10. Tampilan Setelah Pengaturan dan Penghapusan *Slot*

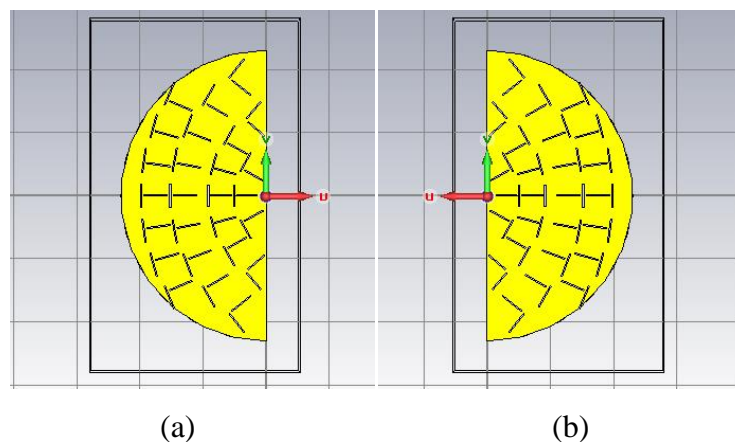
(a) Frekuensi 5.4 GHz (b) Frekuensi 5.8 GHz

10. Penghapusan *slot* dilakukan agar tidak terjadi *slot* yang berhimpit (*overlapping*) setelah antenna digabungkan. Untuk menjadikan antenna *dual band* maka dilakukan penggabungan pada antenna RLSA dengan **mengcopy** slot antenna frekuensi 5.4 GHz ke antenna frekuensi 5.8 GHz atau sebaliknya. Pada Gambar A.11 merupakan hasil rancangan antenna setelah digabungkan



Gambar A.11. Hasil Rancang Antena *Dual Band*

11. Setelah mendapatkan rancangan antenna *dual band* selanjutnya yaitu menjadikan antenna tersebut menjadi antenna *dual beam* dengan menambahkan *slot* antenna RLSA *radiating element* ke *background*. Adapun cara yang dilakukan yaitu pada menu **Navigation Tree** > klik kanan **Ring** > **Transform**. Maka akan terlihat tampilan **Transform Selected Object** kemudian pilih **Translate** > **Copy** kemudian pada kolom **W** ganti 0 menjadi -8.1 > **OK**. Setelah itu antenna RLSA telah menjadi antenna *dual beam* seperti pada gambar A.12 dibawah ini.



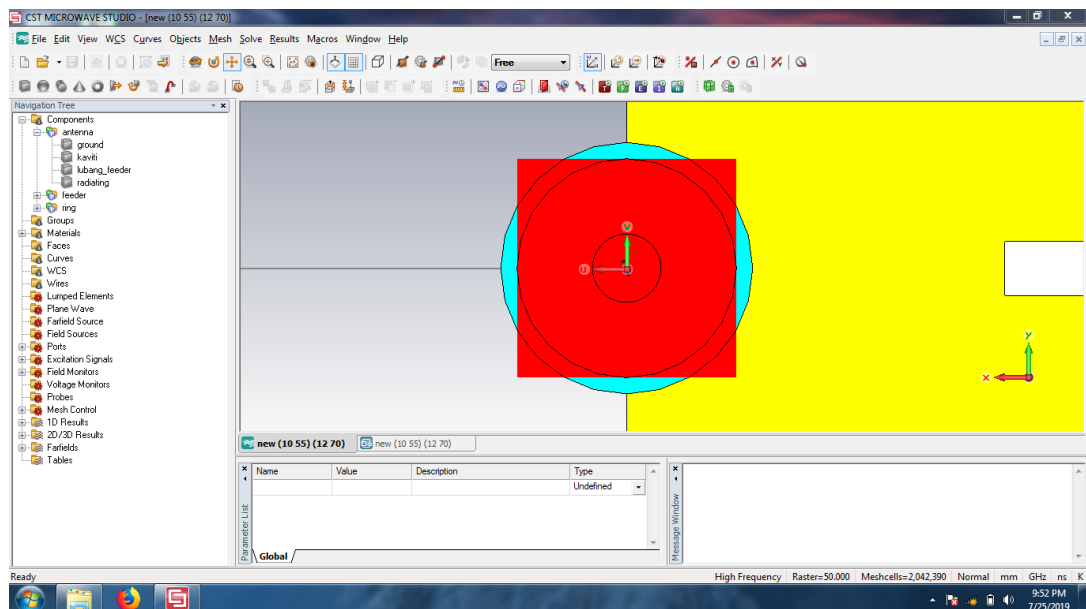
Gambar A.12. Pengaturan Posisi *Slot* Antena *Dual Beam*

(a) Pada *Radiating Element* dan (b) pada *Background*

12. Setelah *slot* antenna diatur menjadi antenna *dual beam* maka selanjutnya dilakukan pelubangan pada *slot* antean RLSA dengan pilih pada menu **Navigation Tree** > **Components** > **radiating** kemudian pilih pada menu **Object** > **Boolean** > **Insert** kemudian klik pada menu **Ring** > **Slot 0.2.2** terus Enter. Untuk melubangi *slot* pada *background* dengan cara pilih pada menu **Navigation Tree** > **Components** >

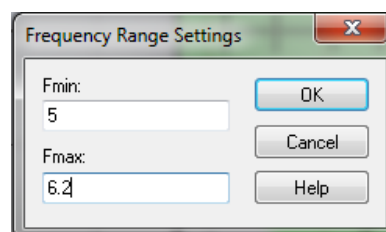
*ground* kemudian pilih pada menu **Object > Boolean > Insert** kemudian klik pada menu **Ring > Slot 0.2.2\_1** terus Enter.

13. Tahap selanjutnya adalah proses melubangi bagian *background* dan *cavity* untuk posisi kepala *disc feeder* yang terletak di tengah antenna, dengan cara putar rancangan *prototype* antenna RLSA dengan **Active Rotation Mode** sebesar  $180^\circ$  dan **Active Dinamic Zoom Mode** untuk melihat letak kepala *disc feeder* pada bagian *background* dengan lebih jelas, kemudian pilih **Select point, edge or face (s)** > klik pada jari-jari kepala *disc feeder* lalu pilih **Solve > Waveguide port** > tekan **Enter**, maka diperoleh hasilnya seperti pada gambar A.13 berikut ini



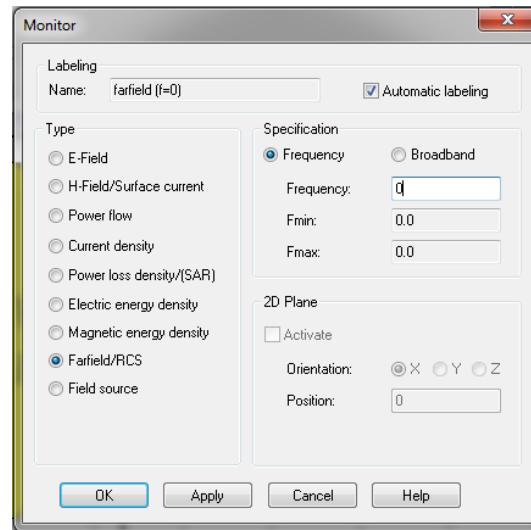
Gambar A.13. Hasil proses melubangi kepala *disc feeder*

14. Untuk mensimulasikan antenna RLSA dilakukan mengatur *range* frekuensi dengan cara pilih **Solve > Frequency** kemudian masukan *range* frekuensi (GHz) dengan  $f_{min} = 5$  dan  $f_{max} = 6.2$  kemudian Enter seperti Gambar A.14 dibawah ini.



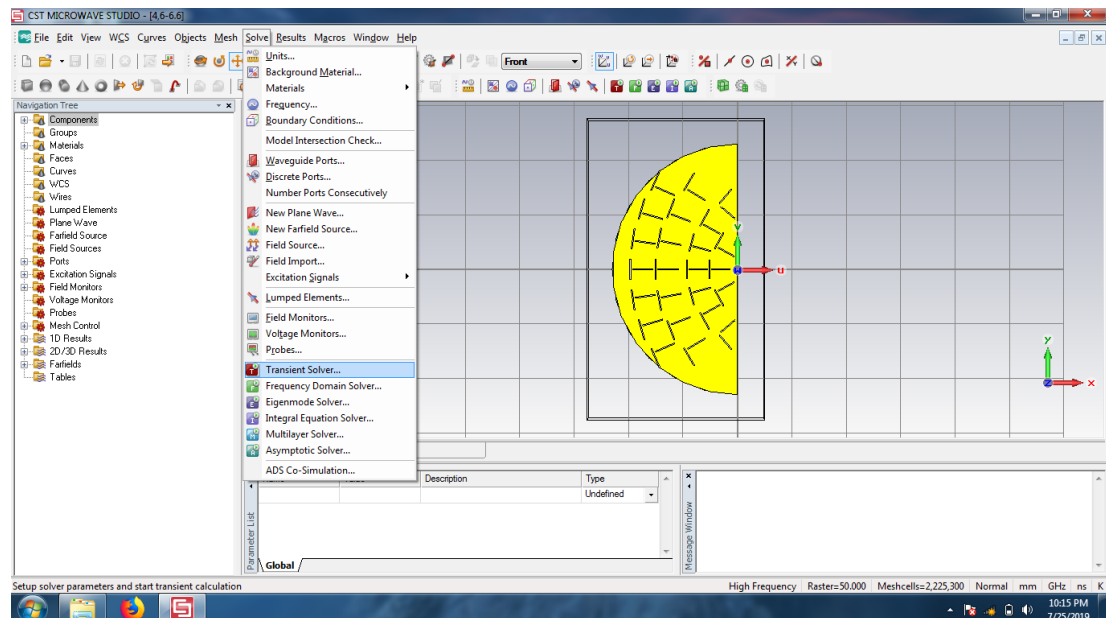
Gambar A.14. Pengaturan *Range Frekuensi*

15. Kemudian pilih **Solve > Field Monitor > Farfield/RCS** > pilih **Frequency 5,4 GHz** > Klik **Apply** > pilih **Frequency 5,8 GHz** > tekan **Enter** sesuai dengan gambar A.15 dibawah ini



Gambar A.15. Tampilan Pengaturan *Field Monitor*

16. Kemudian untuk proses simulasi, klik **Solve > Transient Solver > Transient Solver Parameter** > Tekan **Enter** seperti gambar A.16 dibawah ini. Kemudian tunggu hingga proses simulasi selesai kemudian analisa apakah hasil simulasi sesuai dengan spesifikasi parameter yang diinginkan



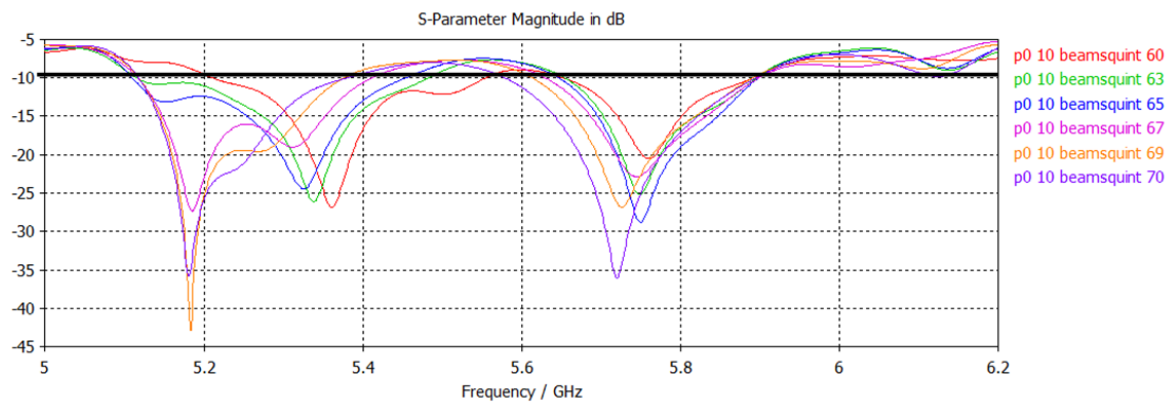
Gambar A.16. Tampilan *Transient Solver*



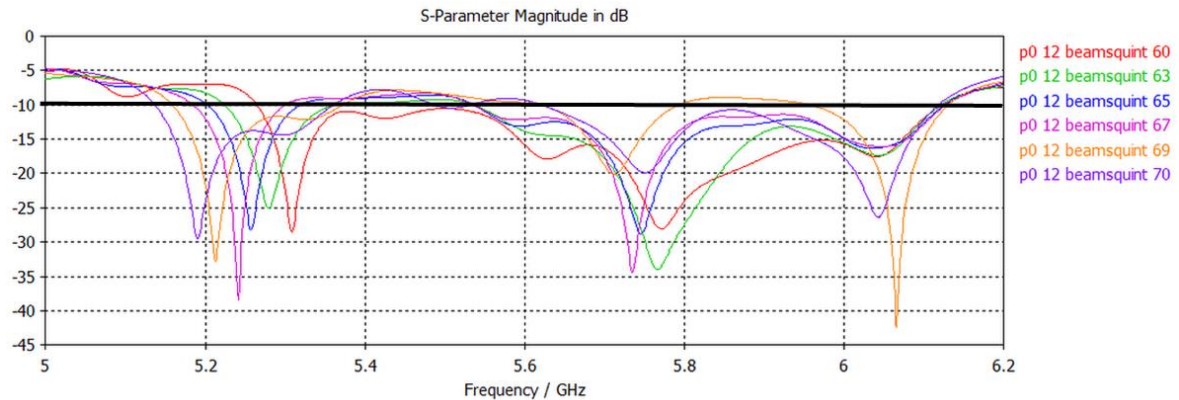
## LAMPIRAN B

### HASIL SIMULASI KOEFISIEN REFLEKSI DAN *BANDWIDTH* ANTENA RLSA *DUAL BAND DUAL BEAM* ½ LINGKARAN

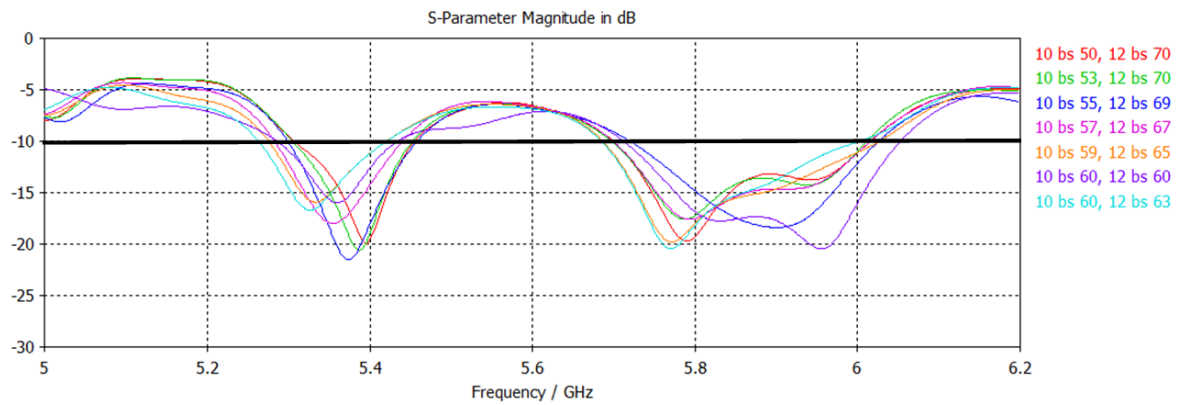
Pada penelitian ini data hasil simulasi koefisien refleksi dan *bandwidth* antenna RLSA *dual band dual beam* ½ lingkaran dilihat pada lampiran B. Hasil simulasi diperoleh menggunakan *software* CST Studio Suite 2010.



Gambar C.1. Hasil Simulasi Koefisien Refleksi dengan Parameter *Input* p0 10



Gambar C.2. Hasil Simulasi Koefisien Refleksi dengan Parameter *Input* p0 12



Gambar C.2. Hasil Simulasi Koefisien Refleksi dengan Gabungan Parameter *Input* p0 10 dan p0 12

Tabel C.1. Hasil Simulasi Gabungan Parameter *Input* p0 10 dan p0 12

No	<i>Beamsquint</i> ( $^{\circ}$ )		Koefisien Refleksi (dB)		<i>Bandwidth</i>	
	p0 10 (5,4 GHz)	p0 12 (5,8 GHz)	5,4 GHz	5,8 GHz	5,4 GHz	5,8 GHz
1	60	60	-12,672	-16,823	5,2856 - 5,4342	5,7121 - 6,0536
2	60	63	-11,207	-18.203	5,2631 - 5,4209	5,6849 - 6,0036
3	59	65	-11,194	-18.002	5,2753 - 5,4027	5,6867 - 6,0274
4	57	67	-14,278	-17,517	5,2827 - 5,4407	5,6993 - 6,0165
5	55	69	-18.092	-14.808	5,2989 - 5,4585	5,7202 - 6,0265
6	53	70	-19,007	-17,245	5,3050 - 5,4527	5,6972 - 6,0121
7	<b>50</b>	<b>70</b>	<b>-19,682</b>	<b>-19,320</b>	<b>5,3069 - 5,4556</b>	<b>5,6997 - 6,0161</b>

# LAMPIRAN C

## HASIL SIMULASI POLA RADIASI ANTENA RLSA *DUAL BAND*

### *DUAL BEAM* ½ LINGKARAN

Pada penelitian ini data hasil simulasi pola radiasi antenna RLSA *dual band dual beam* ½ lingkaran dilihat pada lampiran C. Hasil simulasi diperoleh menggunakan *software* CST Studio Suite 2010. Hasil simulasi pola radiasi ini berdasarkan frekuensi yang digunakan yaitu pada frekuensi 5,4 GHz dan 5,8 GHz.

Tabel C.1 Hasil Simulasi Pola Radiasi Antena RLSA *Dual Band Dual Beam* 1/2 Lingkaran pada Frekuensi 5,4 GHz

No	Sudut (Derajat)	Simulasi CST (dB)
1	0	-11,5501
2	1	-11,2062
3	2	-10,9562
4	3	-10,8148
5	4	-10,7949
6	5	-10,9103
7	6	-11,1776
8	7	-11,6196
9	8	-12,2691
10	9	-13,1763
11	10	-14,4228
12	11	-16,1535
13	12	-18,6605
14	13	-22,6763
15	14	-30,9011
16	15	-29,9036
17	16	-21,4937
18	17	-17,0084
19	18	-13,9599
20	19	-11,6551
21	20	-9,81111
22	21	-8,28525
23	22	-6,99528
24	23	-5,88946
25	24	-4,93302
26	25	-4,10144
27	26	-3,37676

No	Sudut (Derajat)	Simulasi CST (dB)
182	181	-10,6041
183	182	-11,1794
184	183	-11,8095
185	184	-12,4524
186	185	-13,0445
187	186	-13,5032
188	187	-13,7463
189	188	-13,7271
190	189	-13,4596
191	190	-13,0109
192	191	-12,4663
193	192	-11,8999
194	193	-11,3641
195	194	-10,8916
196	195	-10,5009
197	196	-10,2022
198	197	-10,0008
199	198	-9,89981
200	199	-9,90172
201	200	-10,0092
202	201	-10,2255
203	202	-10,5553
204	203	-11,0043
205	204	-11,5792
206	205	-12,2868
207	206	-13,1308
208	207	-14,1047

28	27	-2,74539
29	28	-2,19663
30	29	-1,72254
31	30	-1,31615
32	31	-0,97197
33	32	-0,68545
34	33	-0,45277
35	34	-0,27073
36	35	-0,1366
37	36	-0,04804
38	37	-0,0037
39	38	0
40	39	-0,03737
41	40	-0,11395
42	41	-0,22873
43	42	-0,38085
44	43	-0,56966
45	44	-0,79479
46	45	-1,05563
47	46	-1,35215
48	47	-1,68435
49	48	-2,0524
50	49	-2,45666
51	50	-2,8977
52	51	-3,37629
53	52	-3,89349
54	53	-4,45058
55	54	-5,04919
56	55	-5,69128
57	56	-6,37918
58	57	-7,11566
59	58	-7,90389
60	59	-8,74746
61	60	-9,65022
62	61	-10,616
63	62	-11,6479
64	63	-12,7467
65	64	-13,9084
66	65	-15,1181
67	66	-16,3416
68	67	-17,5089
69	68	-18,5069
70	69	-19,1916
71	70	-19,4523

209	208	-15,1761
210	209	-16,2476
211	210	-17,1177
212	211	-17,49
213	212	-17,1664
214	213	-16,2541
215	214	-15,0451
216	215	-13,7782
217	216	-12,5759
218	217	-11,4843
219	218	-10,5133
220	219	-9,65819
221	220	-8,90965
222	221	-8,25737
223	222	-7,69172
224	223	-7,20413
225	224	-6,78703
226	225	-6,43436
227	226	-6,14036
228	227	-5,90028
229	228	-5,70997
230	229	-5,5658
231	230	-5,46459
232	231	-5,40348
233	232	-5,37994
234	233	-5,39167
235	234	-5,43657
236	235	-5,51271
237	236	-5,6183
238	237	-5,75165
239	238	-5,91115
240	239	-6,09528
241	240	-6,30253
242	241	-6,53148
243	242	-6,78055
244	243	-7,04832
245	244	-7,33328
246	245	-7,63387
247	246	-7,94848
248	247	-8,27532
249	248	-8,61264
250	249	-8,95853
251	250	-9,31092
252	251	-9,66765

72	71	-19,2888
73	72	-18,8112
74	73	-18,1628
75	74	-17,4569
76	75	-16,7613
77	76	-16,1105
78	77	-15,5185
79	78	-14,9889
80	79	-14,5204
81	80	-14,1095
82	81	-13,7519
83	82	-13,4433
84	83	-13,18
85	84	-12,9585
86	85	-12,776
87	86	-12,63
88	87	-12,5187
89	88	-12,4405
90	89	-12,3946
91	90	-12,3802
92	91	-12,3973
93	92	-12,4461
94	93	-12,5274
95	94	-12,6424
96	95	-12,7928
97	96	-12,9809
98	97	-13,2098
99	98	-13,4834
100	99	-13,8066
101	100	-14,1855
102	101	-14,6279
103	102	-15,1436
104	103	-15,7453
105	104	-16,4493
106	105	-17,2766
107	106	-18,2548
108	107	-19,4182
109	108	-20,8058
110	109	-22,4394
111	110	-24,2344
112	111	-25,7194
113	112	-25,8451
114	113	-24,2802
115	114	-22,0295

253	252	-10,0264
254	253	-10,3846
255	254	-10,7398
256	255	-11,0892
257	256	-11,43
258	257	-11,7593
259	258	-12,0743
260	259	-12,3721
261	260	-12,6501
262	261	-12,9057
263	262	-13,1365
264	263	-13,3406
265	264	-13,5163
266	265	-13,6623
267	266	-13,7774
268	267	-13,8611
269	268	-13,9131
270	269	-13,9332
271	270	-13,9216
272	271	-13,8787
273	272	-13,8053
274	273	-13,7019
275	274	-13,5696
276	275	-13,4094
277	276	-13,2227
278	277	-13,0109
279	278	-12,7756
280	279	-12,5186
281	280	-12,2418
282	281	-11,9472
283	282	-11,637
284	283	-11,3134
285	284	-10,9787
286	285	-10,6351
287	286	-10,2848
288	287	-9,93002
289	288	-9,57294
290	289	-9,21556
291	290	-8,85984
292	291	-8,50763
293	292	-8,16069
294	293	-7,82068
295	294	-7,48919
296	295	-7,16752

116	115	-19,8227
117	116	-17,8544
118	117	-16,1262
119	118	-14,6024
120	119	-13,2465
121	120	-12,0288
122	121	-10,9265
123	122	-9,92213
124	123	-9,00212
125	124	-8,15611
126	125	-7,37598
127	126	-6,65531
128	127	-5,98903
129	128	-5,37312
130	129	-4,80438
131	130	-4,28025
132	131	-3,79874
133	132	-3,35831
134	133	-2,95779
135	134	-2,59634
136	135	-2,27343
137	136	-1,98877
138	137	-1,7422
139	138	-1,53411
140	139	-1,36479
141	140	-1,23487
142	141	-1,14518
143	142	-1,0968
144	143	-1,09104
145	144	-1,12953
146	145	-1,21417
147	146	-1,34728
148	147	-1,53156
149	148	-1,77028
150	149	-2,06731
151	150	-2,42735
152	151	-2,85611
153	152	-3,36061
154	153	-3,94992
155	154	-4,63479
156	155	-5,42998
157	156	-6,35496
158	157	-7,43659
159	158	-8,71351

297	296	-6,85742
298	297	-6,56007
299	298	-6,27679
300	299	-6,0088
301	300	-5,75729
302	301	-5,52354
303	302	-5,30867
304	303	-5,11384
305	304	-4,94022
306	305	-4,789
307	306	-4,66137
308	307	-4,55858
309	308	-4,4819
310	309	-4,43264
311	310	-4,41219
312	311	-4,42197
313	312	-4,46351
314	313	-4,53839
315	314	-4,64824
316	315	-4,79481
317	316	-4,97987
318	317	-5,20552
319	318	-5,4731
320	319	-5,78453
321	320	-6,14131
322	321	-6,54452
323	322	-6,99452
324	323	-7,49046
325	324	-8,02951
326	325	-8,6059
327	326	-9,2094
328	327	-9,82367
329	328	-10,4246
330	329	-10,9798
331	330	-11,451
332	331	-11,8003
333	332	-12,0011
334	333	-12,047
335	334	-11,9557
336	335	-11,7623
337	336	-11,5087
338	337	-11,2345
339	338	-10,9722
340	339	-10,746

160	159	-10,2443
161	160	-12,1241
162	161	-14,5242
163	162	-17,8017
164	163	-22,9228
165	164	-33,8759
166	165	-27,3408
167	166	-20,6963
168	167	-17,1276
169	168	-14,7846
170	169	-13,1104
171	170	-11,8677
172	171	-10,9342
173	172	-10,2391
174	173	-9,73855
175	174	-9,40375
176	175	-9,21537
177	176	-9,16005
178	177	-9,22837
179	178	-9,41332
180	179	-9,70893
181	180	-10,1088

341	340	-10,5728
342	341	-10,4642
343	342	-10,4279
344	343	-10,4687
345	344	-10,5891
346	345	-10,7899
347	346	-11,0693
348	347	-11,4219
349	348	-11,837
350	349	-12,2961
351	350	-12,7694
352	351	-13,2135
353	352	-13,5728
354	353	-13,7892
355	354	-13,8207
356	355	-13,6594
357	356	-13,3364
358	357	-12,9077
359	358	-12,4345
360	359	-11,9689
361	360	-11,5501

Tabel C.2 Hasil Simulasi Antena RLSA *Dual Band Dual Beam* 1/2 Lingkaran pada Frekuensi 5,8 GHz

No	Sudut (Derajat)	Simulasi CST (dB)
1	0	-1,82915
2	1	-1,59662
3	2	-1,38437
4	3	-1,19048
5	4	-1,01333
6	5	-0,85156
7	6	-0,7041
8	7	-0,57017
9	8	-0,44935
10	9	-0,34154
11	10	-0,24697
12	11	-0,16616
13	12	-0,09993
14	13	-0,04927
15	14	-0,01551
16	15	0

No	Sudut (Derajat)	Simulasi CST (dB)
182	181	-4,42398
183	182	-4,81221
184	183	-5,23057
185	184	-5,68429
186	185	-6,17891
187	186	-6,72013
188	187	-7,3134
189	188	-7,96351
190	189	-8,67368
191	190	-9,44409
192	191	-10,2693
193	192	-11,1342
194	193	-12,0078
195	194	-12,8354
196	195	-13,5374
197	196	-14,021

17	16	-4,243
18	17	-0,0298
19	18	-0,07831
20	19	-0,15144
21	20	-0,25083
22	21	-0,37816
23	22	-0,5351
24	23	-0,72333
25	24	-0,94456
26	25	-1,20051
27	26	-1,49312
28	27	-1,8241
29	28	-2,19552
30	29	-2,60954
31	30	-3,06845
32	31	-3,57477
33	32	-4,13122
34	33	-4,74068
35	34	-5,40621
36	35	-6,13083
37	36	-6,91723
38	37	-7,77
39	38	-8,68008
40	39	-9,65134
41	40	-10,6685
42	41	-11,7036
43	42	-12,7075
44	43	-13,6017
45	44	-14,2839
46	45	-14,6594
47	46	-14,6909
48	47	-14,4225
49	48	-13,9508
50	49	-13,376
51	50	-12,7731
52	51	-12,1883
53	52	-11,6462
54	53	-11,158
55	54	-10,7272
56	55	-10,353
57	56	-10,0329
58	57	-9,76353
59	58	-9,54114
60	59	-9,36163

198	197	-14,2153
199	198	-14,1111
200	199	-13,7676
201	200	-13,2785
202	201	-12,7321
203	202	-12,1927
204	203	-11,7003
205	204	-11,2773
206	205	-10,9348
207	206	-10,6782
208	207	-10,5095
209	208	-10,4292
210	209	-10,4376
211	210	-10,5355
212	211	-10,724
213	212	-11,0057
214	213	-11,3845
215	214	-11,866
216	215	-12,4586
217	216	-13,1739
218	217	-14,0284
219	218	-15,0457
220	219	-16,2607
221	220	-17,7284
222	221	-19,5342
223	222	-21,8367
224	223	-24,9604
225	224	-29,7548
226	225	-39,7117
227	226	-36,0452
228	227	-28,6684
229	228	-24,8322
230	229	-22,3171
231	230	-20,4969
232	231	-19,1105
233	232	-18,0242
234	233	-17,1607
235	234	-16,4699
236	235	-15,9192
237	236	-15,4849
238	237	-15,1498
239	238	-14,9012
240	239	-14,7278
241	240	-14,6219



61	60	-9,22157
62	61	-9,11752
63	62	-9,04625
64	63	-9,00474
65	64	-8,99018
66	65	-8,9998
67	66	-9,03107
68	67	-9,08151
69	68	-9,14873
70	69	-9,23041
71	70	-9,32427
72	71	-9,42808
73	72	-9,53966
74	73	-9,65685
75	74	-9,77755
76	75	-9,89972
77	76	-10,0214
78	77	-10,1407
79	78	-10,2559
80	79	-10,3654
81	80	-10,4677
82	81	-10,5615
83	82	-10,6459
84	83	-10,7198
85	84	-10,7828
86	85	-10,8343
87	86	-10,8742
88	87	-10,9025
89	88	-10,9192
90	89	-10,9247
91	90	-10,9195
92	91	-10,9039
93	92	-10,8787
94	93	-10,8445
95	94	-10,8019
96	95	-10,7518
97	96	-10,6948
98	97	-10,6316
99	98	-10,5632
100	99	-10,4901
101	100	-10,4133
102	101	-10,3335
103	102	-10,2516
104	103	-10,1685

242	241	-14,5769
243	242	-14,5872
244	243	-14,648
245	244	-14,7553
246	245	-14,9053
247	246	-15,0947
248	247	-15,3204
249	248	-15,5794
250	249	-15,8689
251	250	-16,1859
252	251	-16,5272
253	252	-16,8899
254	253	-17,2705
255	254	-17,6655
256	255	-18,0712
257	256	-18,4834
258	257	-18,8983
259	258	-19,3116
260	259	-19,7196
261	260	-20,1184
262	261	-20,5052
263	262	-20,8776
264	263	-21,2343
265	264	-21,5752
266	265	-21,9011
267	266	-22,2142
268	267	-22,5173
269	268	-22,8142
270	269	-23,1087
271	270	-23,405
272	271	-23,7065
273	272	-24,016
274	273	-24,3347
275	274	-24,6616
276	275	-24,9922
277	276	-25,318
278	277	-25,6243
279	278	-25,8898
280	279	-26,0865
281	280	-26,1822
282	281	-26,1457
283	282	-25,9555
284	283	-25,6066
285	284	-25,1127

105	104	-10,0852
106	105	-10,0027
107	106	-9,92219
108	107	-9,84482
109	108	-9,77192
110	109	-9,70491
111	110	-9,64532
112	111	-9,5948
113	112	-9,55517
114	113	-9,52838
115	114	-9,51655
116	115	-9,52201
117	116	-9,54728
118	117	-9,59509
119	118	-9,66866
120	119	-9,77138
121	120	-9,90711
122	121	-10,0803
123	122	-10,2959
124	123	-10,5599
125	124	-10,8791
126	125	-11,2617
127	126	-11,7176
128	127	-12,2585
129	128	-12,8988
130	129	-13,6554
131	130	-14,5475
132	131	-15,5929
133	132	-16,797
134	133	-18,1176
135	134	-19,3774
136	135	-20,1421
137	136	-19,8841
138	137	-18,6154
139	138	-16,871
140	139	-15,0774
141	140	-13,4071
142	141	-11,9002
143	142	-10,5529
144	143	-9,34779
145	144	-8,26689
146	145	-7,29449
147	146	-6,41757
148	147	-5,62553

286	285	-24,5019
287	286	-23,8085
288	287	-23,066
289	288	-22,3025
290	289	-21,5393
291	290	-20,7916
292	291	-20,0698
293	292	-19,3803
294	293	-18,7274
295	294	-18,1133
296	295	-17,5395
297	296	-17,0067
298	297	-16,515
299	298	-16,0648
300	299	-15,6559
301	300	-15,2886
302	301	-14,9628
303	302	-14,6789
304	303	-14,4376
305	304	-14,2389
306	305	-14,0837
307	306	-13,9731
308	307	-13,9081
309	308	-13,8899
310	309	-13,9207
311	310	-14,0021
312	311	-14,1366
313	312	-14,3268
314	313	-14,5761
315	314	-14,8883
316	315	-15,268
317	316	-15,7209
318	317	-16,2538
319	318	-16,8753
320	319	-17,5962
321	320	-18,4306
322	321	-19,4
323	322	-20,5265
324	323	-21,8492
325	324	-23,424
326	325	-25,3365
327	326	-27,7186
328	327	-30,7301
329	328	-34,0998

149	148	-4,90981
150	149	-4,26347
151	150	-3,68085
152	151	-3,15729
153	152	-2,68895
154	153	-2,27261
155	154	-1,90555
156	155	-1,58531
157	156	-1,31015
158	157	-1,07815
159	158	-0,88769
160	159	-0,73728
161	160	-0,62551
162	161	-0,55102
163	162	-0,51242
164	163	-0,50828
165	164	-0,53712
166	165	-0,59735
167	166	-0,68728
168	167	-0,80508
169	168	-0,94886
170	169	-1,11647
171	170	-1,30585
172	171	-1,51489
173	172	-1,74154
174	173	-1,98394
175	174	-2,24053
176	175	-2,5102
177	176	-2,7924
178	177	-3,08725
179	178	-3,39567
180	179	-3,71941
181	180	-4,06116

330	329	-34,9355
331	330	-31,9101
332	331	-28,6233
333	332	-25,9522
334	333	-23,7673
335	334	-21,9115
336	335	-20,2817
337	336	-18,8095
338	337	-17,4552
339	338	-16,1934
340	339	-15,0084
341	340	-13,8906
342	341	-12,8343
343	342	-11,836
344	343	-10,8934
345	344	-10,0047
346	345	-9,16876
347	346	-8,38407
348	347	-7,64928
349	348	-6,96263
350	349	-6,32304
351	350	-5,72855
352	351	-5,17736
353	352	-4,66757
354	353	-4,1972
355	354	-3,76418
356	355	-3,36639
357	356	-3,00167
358	357	-2,6678
359	358	-2,36256
360	359	-2,08376
361	360	-1,82915

## LAMPIRAN D

### PENGUKURAN KOEFISIEN REFLEKSI *PROTOTYPE* ANTENA RLSA *DUAL BAND DUAL BEAM* ½ LINGKARAN

Pada penelitian ini data hasil pengukuran koefisien refleksi *prototype* antenna RLSA *dual band dual beam* ½ lingkaran dilihat pada lampiran D. Hasil pengukuran diperoleh menggunakan perangkat *Network Analyzer* E5071C.

Tabel D.1 Hasil Pengukuran Koefisien Refleksi *Prototype* Antena RLSA *Dual Band Dual Beam* ½ Lingkaran

No	Frekuensi (GHz)	Koefisien Refleksi (dB)
1	5	-8,89
2	5,01	-8,78
3	5,02	-8,71
4	5,03	-8,58
5	5,04	-8,44
6	5,05	-8,36
7	5,06	-8,26
8	5,07	-8,16
9	5,08	-8,02
10	5,09	-7,93
11	5,1	-7,82
12	5,11	-7,69
13	5,12	-7,57
14	5,13	-7,48
15	5,14	-7,38
16	5,15	-7,28
17	5,16	-7,18
18	5,17	-7,09
19	5,18	-7,02
20	5,19	-7
21	5,2	-6,97
22	5,21	-6,94
23	5,22	-6,95
24	5,23	-6,96
25	5,24	-7
26	5,25	-7,06
27	5,26	-7,11

No	Frekuensi (GHz)	Koefisien Refleksi (dB)
52	5,51	-10,9
53	5,52	-10,8
54	5,53	-10,7
55	5,54	-10,5
56	5,55	-10,4
57	5,56	-10,3
58	5,57	-10,2
59	5,58	-10,2
60	5,59	-10,1
61	5,6	-10,1
62	5,61	-10,1
63	5,62	-10,2
64	5,63	-10,3
65	5,64	-10,4
66	5,65	-10,6
67	5,66	-10,7
68	5,67	-10,9
69	5,68	-11
70	5,69	-11,2
71	5,7	-11,4
72	5,71	-11,6
73	5,72	-11,8
74	5,73	-12
75	5,74	-12,4
76	5,75	-12,7
77	5,76	-13
78	5,77	-13,4

28	5,27	-7,19
29	5,28	-7,28
30	5,29	-7,39
31	5,3	-7,54
32	5,31	-7,7
33	5,32	-7,85
34	5,33	-8,03
35	5,34	-8,26
36	5,35	-8,52
37	5,36	-8,7
38	5,37	-8,94
39	5,38	-9,18
40	5,39	-9,41
41	<b>5,4</b>	<b>-9,67</b>
42	5,41	-9,88
43	5,42	-10,1
44	5,43	-10,3
45	5,44	-10,5
46	5,45	-10,7
47	5,46	-10,8
48	5,47	-10,9
49	5,48	-11
50	5,49	-11
51	5,5	-10,9

79	5,78	-13,9
80	5,79	-14,5
81	<b>5,8</b>	<b>-15</b>
82	5,81	-15,6
83	5,82	-16,1
84	5,83	-16,7
85	5,84	-17,2
86	5,85	-17,7
87	5,86	-18
88	5,87	-18,2
89	5,88	-18,2
90	5,89	-18,3
91	5,9	-18,3
92	5,91	-18,3
93	5,92	-18,2
94	5,93	-18,2
95	5,94	-18,2
96	5,95	-18,5
97	5,96	-18,6
98	5,97	-18,6
99	5,98	-18,6
100	5,99	-18,6
101	6	-18,7

## LAMPIRAN E

### PENGUKURAN POLA RADIASI *PROTOTYPE* ANTENA RLSA *DUAL BAND DUAL BEAM* ½ LINGKARAN

Pada penelitian ini data pengukuran *prototype* antenna RLSA *dual band dual beam* ½ lingkaran dilihat pada lampiran E. Hasil pengukuran diperoleh menggunakan perangkat *Anechoic Chamber*. Hasil pengukuran berdasarkan frekuensi yang digunakan yaitu 5,4 GHz dan 5,8 GHz.

Tabel E.1 Hasil Pengukuran Pola Radiasi *Prototype* Antena RLSA *Dual Band Dual Beam* 1/2 Lingkaran pada Frekuensi 5,4 GHz

No	Sudut (Derajat)	<i>Anechoic Chamber</i> (dB)	No	Sudut (Derajat)	<i>Anechoic Chamber</i> (dB)
1	0	-20,1465	182	181	-10,9625
2	1	-21,555	183	182	-11,0718
3	2	-22,3481	184	183	-10,9688
4	3	-23,6128	185	184	-12,5263
5	4	-21,0469	186	185	-13,3837
6	5	-13,403	187	186	-12,608
7	6	-10,9652	188	187	-14,4078
8	7	-12,2984	189	188	-18,467
9	8	-10,7934	190	189	-16,6911
10	9	-10,0014	191	190	-19,3757
11	10	-9,178	192	191	-29,9675
12	11	-12,6172	193	192	-34,3397
13	12	-19,9822	194	193	-33,6639
14	13	-21,3551	195	194	-27,4757
15	14	-19,5368	196	195	-17,0592
16	15	-12,9997	197	196	-18,244
17	16	-10,5128	198	197	-16,8903
18	17	-11,8939	199	198	-13,1291
19	18	-8,1312	200	199	-11,9901
20	19	-5,7262	201	200	-12,711
21	20	-5,8392	202	201	-11,0663
22	21	-6,2614	203	202	-10,2026
23	22	-7,3479	204	203	-10,44
24	23	-7,6434	205	204	-10,2927
25	24	-7,5557	206	205	-9,9812
26	25	-11,8566	207	206	-9,9847
27	26	-13,8599	208	207	-9,9711
28	27	-13,3089	209	208	-9,9216

29	28	-13,1305
30	29	-12,7978
31	30	-12,6953
32	31	-12,8905
33	32	-13,5106
34	33	-13,723
35	34	-13,4311
36	35	-18,6204
37	36	-21,542
38	37	-21,632
39	38	-19,7962
40	39	-15,5753
41	40	-14,5451
42	41	-15,2432
43	42	-13,7506
44	43	-13,106
45	44	-13,6022
46	45	-12,1894
47	46	-9,6933
48	47	-10,0068
49	48	-9,5766
50	49	-8,3034
51	50	-7,8939
52	51	-8,1139
53	52	-8,4105
54	53	-8,5715
55	54	-8,8104
56	55	-7,9075
57	56	-5,9697
58	57	-5,9647
59	58	-5,9142
60	59	-5,7263
61	60	-5,652
62	61	-5,5418
63	62	-6,6485
64	63	-8,3873
65	64	-8,4161
66	65	-8,0286
67	66	-7,0202
68	67	-6,7397
69	68	-6,9296
70	69	-7,2622
71	70	-7,4202
72	71	-7,2292

210	209	-9,9023
211	210	-9,8938
212	211	-10,095
213	212	-10,225
214	213	-10,2666
215	214	-10,129
216	215	-9,7692
217	216	-9,6694
218	217	-9,7116
219	218	-8,8253
220	219	-8,414
221	220	-8,6407
222	221	-8,1734
223	222	-7,2582
224	223	-7,2634
225	224	-7,2483
226	225	-7,1973
227	226	-7,1792
228	227	-7,1604
229	228	-7,6526
230	229	-7,9465
231	230	-7,9062
232	231	-7,8912
233	232	-7,8554
234	233	-7,8464
235	234	-7,8604
236	235	-8,0214
237	236	-8,0924
238	237	-7,9852
239	238	-8,4459
240	239	-9,2481
241	240	-9,0327
242	241	-9,3789
243	242	-10,3927
244	243	-10,7156
245	244	-10,5213
246	245	-11,3811
247	246	-11,8382
248	247	-11,4099
249	248	-12,4584
250	249	-14,7343
251	250	-13,9845
252	251	-15,1624
253	252	-19,5894

73	72	-7,8691
74	73	-9,0918
75	74	-8,8876
76	75	-9,2348
77	76	-10,322
78	77	-10,6875
79	78	-10,4441
80	79	-11,7317
81	80	-12,4587
82	81	-12,6333
83	82	-11,6736
84	83	-9,5359
85	84	-9,5881
86	85	-9,4173
87	86	-8,7449
88	87	-8,4637
89	88	-8,5284
90	89	-8,7415
91	90	-9,1063
92	91	-9,4047
93	92	-8,7777
94	93	-6,9514
95	94	-6,3705
96	95	-6,693
97	96	-6,6613
98	97	-6,6444
99	98	-6,5702
100	99	-6,8292
101	100	-7,3897
102	101	-7,3626
103	102	-7,4269
104	103	-7,6678
105	104	-7,7628
106	105	-7,6645
107	106	-8,1421
108	107	-8,8951
109	108	-8,7715
110	109	-8,9405
111	110	-9,3714
112	111	-9,4857
113	112	-9,3928
114	113	-8,9916
115	114	-8,8089
116	115	-8,9766

254	253	-21,3417
255	254	-20,7441
256	255	-19,8234
257	256	-18,3568
258	257	-18,4566
259	258	-18,4603
260	259	-18,4697
261	260	-18,4723
262	261	-18,6693
263	262	-25,3722
264	263	-28,4472
265	264	-28,0139
266	265	-25,6207
267	266	-21,2806
268	267	-20,9957
269	268	-21,7995
270	269	-24,2868
271	270	-25,1199
272	271	-24,9633
273	272	-16,8676
274	273	-12,4111
275	274	-13,5502
276	275	-12,9806
277	276	-11,7088
278	277	-11,103
279	278	-11,8652
280	279	-14,826
281	280	-16,0382
282	281	-15,9844
283	282	-13,3183
284	283	-8,8119
285	284	-9,1797
286	285	-8,8755
287	286	-8,0183
288	287	-7,7577
289	288	-7,9098
290	289	-8,3671
291	290	-8,6028
292	291	-8,8136
293	292	-7,8685
294	293	-5,9217
295	294	-5,6429
296	295	-6,0477
297	296	-7,4851



117	116	-8,4533
118	117	-7,4942
119	118	-7,7927
120	119	-7,2982
121	120	-5,7702
122	121	-5,256
123	122	-5,567
124	123	-4,3379
125	124	-3,6487
126	125	-3,8354
127	126	-3,6805
128	127	-3,3307
129	128	-3,416
130	129	-3,2789
131	130	-2,7318
132	131	-2,5029
133	132	-2,692
134	133	-2,0819
135	134	-1,0319
136	135	-1,1699
137	136	-0,9787
138	137	-0,4434
139	138	-0,2823
140	139	-0,3828
141	140	-0,1302
142	141	0
143	142	-0,0104
144	143	-0,0819
145	144	-0,2302
146	145	-0,1551
147	146	-0,268
148	147	-0,6787
149	148	-0,8393
150	149	-0,6711
151	150	-1,9679
152	151	-2,8011
153	152	-2,4305
154	153	-3,0492
155	154	-4,6545
156	155	-5,0966
157	156	-4,8411
158	157	-6,1291
159	158	-6,7308
160	159	-6,3039

298	297	-8,0312
299	298	-7,5722
300	299	-10,9565
301	300	-13,05
302	301	-12,4247
303	302	-13,2447
304	303	-15,2834
305	304	-15,8124
306	305	-15,9607
307	306	-28,679
308	307	-34,3339
309	308	-33,206
310	309	-29,2954
311	310	-22,1258
312	311	-23,1814
313	312	-21,4698
314	313	-16,2558
315	314	-14,5586
316	315	-15,4684
317	316	-15,4253
318	317	-15,4018
319	318	-14,4612
320	319	-17,4494
321	320	-24,0387
322	321	-24,0361
323	322	-24,3472
324	323	-25,5558
325	324	-26,0487
326	325	-26,2681
327	326	-23,3986
328	327	-18,7946
329	328	-20,3263
330	329	-17,5097
331	330	-10,0812
332	331	-7,9963
333	332	-9,3157
334	333	-7,6659
335	334	-6,882
336	335	-6,6154
337	336	-8,8472
338	337	-13,1272
339	338	-12,5726
340	339	-13,4581
341	340	-16,2476

161	160	-7,329
162	161	-9,2982
163	162	-8,5907
164	163	-9,7858
165	164	-13,6492
166	165	-15,0014
167	166	-14,003
168	167	-20,2939
169	168	-24,0058
170	169	-24,1263
171	170	-22,1334
172	171	-17,4289
173	172	-16,257
174	173	-17,0056
175	174	-13,1933
176	175	-11,4858
177	176	-12,1583
178	177	-11,5914
179	178	-10,5581
180	179	-10,5313
181	180	-10,6364

342	341	-17,4883
343	342	-17,6287
344	343	-11,3823
345	344	-10,1264
346	345	-9,2974
347	346	-8,8953
348	347	-8,5807
349	348	-10,8771
350	349	-14,9674
351	350	-15,3383
352	351	-14,2296
353	352	-11,0462
354	353	-10,0451
355	354	-10,6897
356	355	-8,4277
357	356	-7,2107
358	357	-7,1333
359	358	-8,2879
360	359	-10,7824
361	360	-10,8264

Tabel E.2 Hasil Pengukuran Pola Radiasi *Prototype* Antena RLSA *Dual Band Dual Beam* 1/2 Lingkaran pada Frekuensi 5,8 GHz

No	Sudut (Derajat)	<i>Anechoic Chamber</i> (dB)
1	0	-17,4564
2	1	-17,6397
3	2	-17,7429
4	3	-17,7156
5	4	-17,7573
6	5	-17,8813
7	6	-17,9209
8	7	-17,8781
9	8	-19,2287
10	9	-19,9394
11	10	-19,1587
12	11	-21,2777
13	12	-25,8155
14	13	-27,1078
15	14	-25,3008
16	15	-18,8039
17	16	-16,301
18	17	-17,4124

No	Sudut (Derajat)	<i>Anechoic Chamber</i> (dB)
182	181	-8,9288
183	182	-9,5447
184	183	-9,1652
185	184	-11,3734
186	185	-12,589
187	186	-12,0108
188	187	-12,9832
189	188	-15,1764
190	189	-15,0168
191	190	-15,3734
192	191	-16,7803
193	192	-17,3611
194	193	-17,2242
195	194	-16,6934
196	195	-15,7999
197	196	-15,9398
198	197	-15,7423
199	198	-15,1935

19	18	-17,5059
20	19	-17,5656
21	20	-16,5226
22	21	-19,0003
23	22	-25,376
24	23	-27,1103
25	24	-25,7236
26	25	-17,571
27	26	-13,7736
28	27	-15,0053
29	28	-14,5056
30	29	-13,5731
31	30	-13,1398
32	31	-13,9447
33	32	-16,5007
34	33	-17,3766
35	34	-16,9632
36	35	-16,5702
37	36	-16,349
38	37	-1,68E+01
39	38	-15,6939
40	39	-13,1951
41	40	-12,5852
42	41	-13,0804
43	42	-13,7853
44	43	-14,0897
45	44	-13,815
46	45	-14,6979
47	46	-16,2577
48	47	-15,6773
49	48	-16,6928
50	49	-19,6978
51	50	-20,6644
52	51	-20,1217
53	52	-20,3066
54	53	-20,407
55	54	-20,1793
56	55	-20,8685
57	56	-22,3477
58	57	-21,9568
59	58	-22,5651
60	59	-24,8273
61	60	-25,7225
62	61	-25,632

200	199	-15,0273
201	200	-15,1411
202	201	-14,2846
203	202	-13,8349
204	203	-13,9002
205	204	-14,0206
206	205	-14,2753
207	206	-14,1423
208	207	-14,3478
209	208	-15,0964
210	209	-15,3879
211	210	-15,1386
212	211	-16,7296
213	212	-17,7571
214	213	-17,2118
215	214	-18,1805
216	215	-20,7138
217	216	-21,4162
218	217	-21,0577
219	218	-24,7722
220	219	-26,4959
221	220	-25,5516
222	221	-27,4829
223	222	-31,2647
224	223	-31,8741
225	224	-30,8346
226	225	-27,3272
227	226	-26,079
228	227	-26,7431
229	228	-24,8855
230	229	-23,7761
231	230	-24,1758
232	231	-23,5683
233	232	-22,1128
234	233	-21,7483
235	234	-21,9707
236	235	-20,8016
237	236	-20,286
238	237	-20,4257
239	238	-20,5601
240	239	-20,7942
241	240	-20,5793
242	241	-20,9784
243	242	-22,1467

63	62	-23,5495
64	63	-20,278
65	64	-20,4155
66	65	-20,688
67	66	-21,3971
68	67	-21,5944
69	68	-21,4479
70	69	-20,3848
71	70	-19,8797
72	71	-20,3088
73	72	-19,0671
74	73	-16,6947
75	74	-17,4847
76	75	-16,0877
77	76	-11,7132
78	77	-10,2426
79	78	-11,1084
80	79	-8,7618
81	80	-7,4368
82	81	-7,7905
83	82	-7,4619
84	83	-6,73
85	84	-6,9247
86	85	-6,6259
87	86	-5,4496
88	87	-4,9577
89	88	-5,1321
90	89	-5,1461
91	90	-5,1702
92	91	-5,0469
93	92	-5,2888
94	93	-5,9931
95	94	-6,2171
96	95	-6,1094
97	96	-5,369
98	97	-4,974
99	98	-5,1391
100	99	-4,893
101	100	-4,3604
102	101	-4,34
103	102	-4,3456
104	103	-4,3669
105	104	-4,3753
106	105	-4,3666

244	243	-22,5189
245	244	-22,3362
246	245	-21,2168
247	246	-20,6217
248	247	-20,7166
249	248	-20,8557
250	249	-21,1577
251	250	-20,9718
252	251	-21,2518
253	252	-22,3043
254	253	-22,7209
255	254	-22,5768
256	255	-22,3741
257	256	-22,0512
258	257	-19,6033
259	258	-25,5649
260	259	-40,9882
261	260	-45,1532
262	261	-41,8771
263	262	-26,518
264	263	-19,472
265	264	-21,853
266	265	-20,5486
267	266	-18,183
268	267	-18,8055
269	268	-17,8085
270	269	-14,7233
271	270	-13,6901
272	271	-14,2765
273	272	-12,0225
274	273	-10,7817
275	274	-11,0451
276	275	-11,0525
277	276	-11,069
278	277	-11,2181
279	278	-11,0133
280	279	-10,2179
281	280	-9,8923
282	281	-10,0891
283	282	-9,6604
284	283	-8,9357
285	284	-8,6999
286	285	-9,2645
287	286	-10,8554

107	106	-4,4083
108	107	-4,4739
109	108	-4,356
110	109	-4,6356
111	110	-5,3482
112	111	-5,5372
113	112	-5,4353
114	113	-6,2701
115	114	-6,6503
116	115	-6,4883
117	116	-6,7008
118	117	-7,0902
119	118	-7,0158
120	119	-7,1307
121	120	-7,4859
122	121	-7,6054
123	122	-7,5113
124	123	-8,3647
125	124	-8,8431
126	125	-8,6263
127	126	-9,0034
128	127	-9,8546
129	128	-9,8766
130	129	-9,8985
131	130	-9,9858
132	131	-10,0223
133	132	-9,9996
134	133	-10,0539
135	134	-10,1474
136	135	-10,3243
137	136	-9,939
138	137	-8,8604
139	138	-8,5359
140	139	-8,7441
141	140	-7,4937
142	141	-6,8493
143	142	-7,1897
144	143	-6,53
145	144	-5,162
146	145	-5,3079
147	146	-5,0706
148	147	-4,2079
149	148	-3,8705
150	149	-4,0685

288	287	-11,3392
289	288	-11,0451
290	289	-11,6037
291	290	-11,8918
292	291	-11,8383
293	292	-11,7884
294	293	-11,6855
295	294	-11,573
296	295	-11,7443
297	296	-12,3528
298	297	-12,584
299	298	-12,5077
300	299	-12,2092
301	300	-12,0245
302	301	-12,1953
303	302	-11,8238
304	303	-10,9
305	304	-10,6603
306	305	-10,7854
307	306	-9,764
308	307	-9,3099
309	308	-9,2256
310	309	-10,4053
311	310	-12,568
312	311	-12,7613
313	312	-12,2945
314	313	-10,8726
315	314	-10,4097
316	315	-10,6862
317	316	-9,6269
318	317	-9,0485
319	318	-8,529
320	319	-10,5438
321	320	-14,9866
322	321	-15,4023
323	322	-15,034
324	323	-13,6033
325	324	-13,0198
326	325	-13,3443
327	326	-12,5776
328	327	-11,3476
329	328	-10,3253
330	329	-12,9346
331	330	-19,8162

151	150	-3,2906
152	151	-2,7907
153	152	-3,027
154	153	-2,6229
155	154	-1,5746
156	155	-1,2858
157	156	-1,4524
158	157	-0,5992
159	158	-0,2007
160	159	-0,3464
161	160	-0,2475
162	161	-0,0573
163	162	0
164	163	-0,1027
165	164	-0,4346
166	165	-0,5508
167	166	-0,4299
168	167	-1,6441
169	168	-2,3605
170	169	-2,1727
171	170	-2,3646
172	171	-2,8176
173	172	-2,9305
174	173	-2,9001
175	174	-4,2697
176	175	-4,8831
177	176	-4,5083
178	177	-5,3453
179	178	-6,871
180	179	-6,4996
181	180	-7,0915

332	331	-21,7475
333	332	-20,4915
334	333	-19,7869
335	334	-19,452
336	335	-19,7636
337	336	-18,7987
338	337	-16,9483
339	338	-16,2591
340	339	-17,4877
341	340	-21,2432
342	341	-23,474
343	342	-24,7067
344	343	-21,2482
345	344	-21,0463
346	345	-20,9131
347	346	-20,8484
348	347	-19,9578
349	348	-24,8945
350	349	-33,6882
351	350	-35,3728
352	351	-31,1987
353	352	-19,2143
354	353	-15,4453
355	354	-17,7241
356	355	-15,0446
357	356	-13,603
358	357	-13,7811
359	358	-14,2432
360	359	-15,2416
361	360	-15,2592

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



**Misbachul Badri**, lahir di Bukittinggi pada 04 November 1996 anak kedua dari tiga bersaudara dari Bapak Elvis Chosalba dan Ibu Nuryati yang beralamat di Jln. Tuangku Galuang Kec. Sungai Pua Kab. Agam Sumatera Barat. Penulis dapat dihubungi melalui :

Email : [sub02urban@gmail.com](mailto:sub02urban@gmail.com)

HP. : +6285263189412

Pengalaman Pendidikan yang pernah ditempuh penulis dimulai dari SD Negeri 05 Galuang pada tahun 2002 – 2008 dan dilanjutkan di SMP Negeri 3 Bukittinggi pada tahun 2008 - 2011, Kemudian melanjutkan di SMA Negeri 2 Bukittinggi pada tahun 2011 -2014. Pada tahun 2015 penulis melanjutkan kuliah di perguruan tinggi UIN SUSKA RIAU Program Studi Teknik Elektro konsentrasi Telekomunikasi dengan penelitian Tugas Akhir dengan judul “Rancang Bangun *Prototype Antena Radial Line Slot Array (RLSA) Dual Band Dual Beam* Menggunakan Teknik Pemotongan  $\frac{1}{2}$  Lingkaran pada Frekuensi 5,4 GHz dan 5,8 GHz”